

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроніки
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра звукотехніки та реєстрації інформації
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 681.3.06

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Власюк Г.Г.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 171. Електроніка.

на тему: «Дослідження впливу багатоканального просторового звуку на сприйняття
глядачем аудіовізуального контенту»

Виконав студент VI курсу, групи ДВ-71мп
(шифр групи)

Золотухін Олег Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник : доцент ,к.т.н доцент Співак В. М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант: технічний розділ Гребінь О. П.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет електроніки
Кафедра звукотехніки та реєстрації інформації

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 171. Електроніка (Електронні та інформаційні технології кінематографа та аудіовізуальних систем)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Власюк Г.Г.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Золотухіну Олег Олеговичу

1. Тема дисертації «Дослідження впливу багатоканального просторового звуку на сприйняття глядачем аудіовізуального контенту».

науковий керівник дисертації. Співак Віктор Михайлович доцент ,к.т.н

затверджені наказом по університету від «07»листопада 2018 р. №4114-с

2.Срок подання студентом дисертації 10.12.2018

3.Об'єкт дослідження : багатоканальні систем звуковідтворення

4.Вихідні дані : Звукове поле в приміщенні; Забезпечення оптимальних акустичних умов у приміщеннях ; Стереофонічні системи звуковідтворення системи багатоканального звуковідтворення ;Технологія Dolby Atmos.

5. Перелік завдань, які потрібно зробити: Проаналізувати вплив технічних параметрів які визначають якісні показники звуковідтворення в кінотеатрі. Дослідити особливості сприйняття звуку людиною. Дослідити характеристики та особливості реалізації багатоканальних систем звуковідтворення.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 39 рисунків, 13 таблиць, 1 презентація на 14 слайдів.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Технічні параметри які визначають якісні показники звуковідтворення у кінотеатрі	Гребінь Олександр Павлович		

9. Дата видачі завдання 10.09.2017

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз літературних джерел	10.10.2017	
2	Дослідження акустичних умов у кінозалі	14.12.2017	
3	Написання розділу 1. Технічні параметри	12.02.2018	
4	Дослідження звуко сприйняття людиною	11.03.2018	
5	Написання розділу 2. Сприйняття звуку	19.05.2018	
6	Дослідження багатоканальних систем	23.05.2018	
7	Дослідження впливу та роботи багатоканальних систем	21.06.2018	
8	Розробка рекомендацій	20.07.2018	
9	Розробка стартапу	20.09.2018	
10	Оформлення роботи	25.11.2018	

Студент

Золотухін О,О

Науковий керівник дисертації

Співак В.М

УДК 621.372.542

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 95с., 39 рис., 13 табл., 1 додаток, 13 джерел.

ПРОСТОРОВИЙ ЗВУК, БІНАУРАЛЬНИЙ ЕФЕКТ, ГЛЯДАЦЬКА ЗАЛА, ЗВУК, ЗВУКОВІДТВОРЮВАЛЬНИЙ, АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС, АКУСТИКА, ОБЛАДНАННЯ, БАГАТОКАНАЛЬНЕ ОЗВУЧЕННЯ.

Актуальність Останні десятиліття ознаменовані значним прогресом в області, як мистецтва, так і технічних засобів звукового кіно. За останні роки в кіноіндустрії всієї країни проведено значне технічне переоснащення кіноустановок, пов'язане з підвищенням вимог, що пред'являються до якості кінопоказу і звуковідтворення.

Вирішальне місце у відвідинах кінотеатру займає високоякісне озвучування фільму, тобто звуковий супровід, і що головне, відтворюваний у відповідному акустичному оформленні кінозалу.

Звук міцно ввійшов як органічний компонент у художню тканину кінофільму. Значно розширилися роль і художній вплив музики на його драматургію. Найкращі композитори пишуть музику для кінофільмів. На екранах широко демонструють опери, мюзикли, естрадні концерти і проблема оптимізації акустичних властивостей залу кінотеатру ввійшла в нову фазу і зажадала подальшого розвитку.

Тому проектування сучасних кінотеатрів з високоякісними багатоканальними системами озвучення глядацьких залів та можливістю проведення концертних заходів, задача цілком актуальна.

Мета дослідження: Проаналізувати вплив технічних параметрів, які визначають якісні показники звуковідтворення в кінотеатрі. Дослідити особливості сприйняття звуку людиною. Дослідити характеристики та особливості реалізації багатоканальних систем звуковідтворення.

Об'єкт дослідження: багатоканальні систем звуковідтворення.

Предмет дослідження: багатоканальні систем звуковідтворення в кінотеатрах.

Метод дослідження: Критичний аналіз багатоканальних систем звуковідтворення, порівняльний аналіз систем Dolby Surround Ex і Dolby Atmos, експертне оцінювання якісних показників систем звуковідтворення.

Новизна отриманих результатів полягає у обґрунтуванні доцільності застосування систем звуковідтворення з локалізацією джерел звуку для поліпшення емоційного сприйняття аудіовізуального контенту.

Практичне значення: результати дослідження можна використовувати в навчальному процесі для поглибленого вивчення систем звуковідтворення.

Публікації: Золотухін О.О. Аналіз сучасних систем багатоканального звуковідтворення у кінотеатрах, Науково-технічна конференція студентів, аспірантів та науковців. Сучасні проблеми застосування електронних та інформаційних технологій в телекомунікаціях, телебаченні та цифровому кінематографі, Тези доповідей // 25 травня 2018

UDC 621.372.542

SUMMARY

Master's dissertation: 93p., 39 img, 13 tables, 1 supplement, 13 link.

SURROUND SOUND, BINUAL EFFECT, CINEMA SOUND, SOUND PRODUCE , APPARATUS, ACOUSTICS, EQUIPMENT, MULTIPLE CHANNEL TEACHING.

Actuality The last decades have been marked by significant progress in the field of both art and technical means of sound cinema. Over recent years, the film industry throughout the country has undergone a significant technical re-equipment of movie installations, due to the increased requirements for the quality of the film and sound reproduction.

The critical place in the cinema visits is the high-quality sounding of the film, that is, the soundtrack, and most importantly, reproduced in the appropriate acoustic design of the cinema hall.

The sound has firmly entered as an organic component in the film's artistic fabric. Significantly expanded the role and artistic influence of music on his drama. The best composers write music for movies. The screens widely show operas, musicals, pop concerts and the problem of optimizing the acoustic properties of the cinema hall entered a new phase and demanded further development.

Therefore, the design of modern cinemas with high-quality multichannel sounding systems for auditoriums and the possibility of conducting concert events, the task is quite relevant.

The purpose of the study: To analyze the influence of technical parameters that determine the quality of sound reproduction in the cinema. Explore the peculiarities of human perception of sound. Explore the characteristics and features of the implementation of multichannel sound reproduction systems.

Object of research: multichannel sound reproduction systems.

Subject of research: multichannel sound reproduction systems in cinemas.

Research method: Critical analysis of multichannel sound reproduction systems, comparative analysis of Dolby Surround Ex and Dolby Atmos systems, expert evaluation of quality indicators of sound reproduction systems.

The novelty of the results obtained is to substantiate the feasibility of using sound reproduction systems with localization of sound sources to improve the emotional perception of audiovisual content.

Practical significance: the results of the study can be used in the learning process for in-depth study of sound reproduction systems.

Publications: Zolotukhin O.O. Analysis of modern systems of multichannel sound reproduction in cinemas, Scientific and technical conference of students, postgraduates and scientists. Modern problems of application of electronic and information technologies in telecommunications, television and digital cinematography, Abstracts // May 25, 2018

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень та скорочень	9
Вступ.....	10
1. Технічні параметри , які визначають якісні показники звуковідтворення у кінотеатрі	11
1.1 Звукове поле в приміщенні.....	11
1.2 Забезпечення оптимальних акустичних умов у приміщеннях.....	12
1.3 Кінотеатральна зала з акустичної точки зору	18
2. Дослідження сприйняття звуку людиною .Просторове сприйняття та бінауральний ефект	26
2.1 Загальні відомості про сприйняття звуку та адаптацію слуху.....	26
2.2 Просторове сприйняття, локалізація та ефект Допплера	35
2.3 Суб'єктивна оцінка якості звуковідтворення	42
3. Багатоканальні системи звуковідтворення.....	44
3.1 Загальні відомості про системи звуковідтворення	44
3.2 Сучасні системи багатоканального звуковідтворення	46
3.3 Найновітніша розробка у сфері surround sound Dolby Atmos.....	63
3.4 Кодек для відтворення звуку у форматі Dolby Atmos AC-4.....	71
4. Дослідження роботи багатоканальних систем в Україні	75
4.1 Дослідження суб'єктивних відчуттів людини під час перегляду фільму.....	75
4.2 Удосконалення систем звуковідтворення в кінотеатрах з застосуванням технології Dolby Atmos.....	78
5. Стартап проект.....	83
Висновки.....	94
Перелік джерел посилання.....	95
Додаток A.Abstract.....	96

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

АЧХ	-	амплітудно-частотна характеристика;
ВЧ	-	висока частота;
ЗК	-	звукова колонка;
ЗО	-	зона озвучення;
ЗП	-	звуковий процесор
ГЗ	-	глядацька зала;
ГМ	-	гучномовець;
ЕАО	-	електро акустичне обладнання;
КА	-	кіноапарата;
ИЧ	-	низька частота;
ННЧ	-	наднизька частота;
КП	-	кінопроектор;
КПК	-	кінопроекційний комплекс;
КПО	-	кінопроекційне обладнання;
ПЗ	-	просторовий звук
ПП	-	підсилювач потужності;
РГ	-	регулятор гучності;
ФНЧ	-	фільтр низьких частот;
ЦКМ	-	цифровий кінематограф.

ВСТУП

Останні десятиліття ознаменовані значним прогресом в області, як мистецтва, так і технічних засобів звукового кіно. За останні 15 років в кіноіндустрії всієї країни проведено технічне переоснащення кіноустановок, пов'язане з підвищенням вимог, що пред'являються до якості кінопоказу і звуковідтворення.

Вирішальне місце у відвідинах кінотеатру займає високоякісне озвучування фільму, тобто звуковий супровід, і що головне, відтворюваний у відповідному акустичному оформленні кінозалу.

Було визначено завдання для виконання магістерської роботи, а саме проаналізувати вплив технічних параметрів, які визначають якісні показники звуковідтворення в кінотеатрі, дослідити особливості сприйняття звуку людиною, дослідити характеристики та особливості реалізації багатоканальних систем звуковідтворення.

Під час дослідження було зроблено критичний аналіз багатоканальних систем звуковідтворення, порівняльний аналіз систем Dolby Surround Ex і Dolby Atmos та експертне оцінювання якісних показників систем звуковідтворення.

З експертної оцінки було виявлено ряд недоліків заснування системи Dolby Atmos в Україні. Ці питання докладно розглянуто у 4 розділі роботи.

Новизна отриманих результатів полягає у обґрунтуванні доцільності застосування систем звуковідтворення з локалізацією джерел звуку для поліпшення емоційного сприйняття аудіовізуального контенту.

На основі дослідження було зроблено висновок, що питання модернізації кінотеатрів є дуже актуальним. На основі досліджень було розроблено рекомендації по удосконаленню кінотеатрів з застосуванням технології Dolby Atmos

1. ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗВУКОВІДТВОРЕННЯ У КІНОТЕАТРИ

1.1 Звукове поле в приміщенні

Звукові хвилі у закритих приміщеннях, багаторазово відбиваючись від його поверхонь, утворюють складне поле коливального руху частинок повітря. Закони розподілення коливальної швидкості частинок повітря, рівня звукового тиску, напрямів розповсюдження акустичної енергії в закритих приміщеннях визначаються не тільки характеристиками джерела звуку, а й геометричними розмірами, формою приміщення, здатністю стін, підлоги і стелі поглинати акустичну енергію. З цієї причини звукові поля в закритому приміщенні і у вільному просторі істотно відрізняються. Наприклад, у вільному полі інтенсивність звуку є потік енергії за одиницю часу через одиницю поверхні у напрямі розповсюдження звукової хвилі. Для звукового поля в приміщенні, якщо поглинання звукової енергії неістотне, поняття інтенсивності в цьому своєму класичному визначенні втрачає сенс, бо в кожен момент часу одночасно існують потоки енергії, що розповсюджуються (внаслідок наявності відбиттів) у різних напрямках. Рівні звукового тиску можуть дуже сильно змінюватись від однієї точки поля до іншої. Ці зміни істотно відрізняються від спостережуваних в умовах відкритого простору для поля біжучої хвилі [1].

Універсальною і зручною в даній ситуації енергетичною характеристикою звукового поля є щільність звукової енергії $\varepsilon = I/c_{зв} = p_{зв}^2 / \rho_0 c_{зв}^2$. Вона залежить не тільки від акустичної потужності джерела звуку, але і від акустичних властивостей приміщення.

Звукове поле приміщення в кожній точці простору можна представити як сукупність хвиль, що приходять безпосередньо від джерела по найкоротшому шляху (прямий звук), і хвиль, що попадають в дану точку після одного або декількох відбиттів від поверхонь цього приміщення (відзвуки). Останні утворюють ревербераційний процес приміщення і відрізняються від прямого звуку рівнем, спектральним складом, часом і напрямом приходу. Напрями

потоків потужності відбитих хвиль залежать від геометричної форми приміщення і ступеня поглинання акустичної енергії межами (поверхнями) приміщення. При зміні співвідношення між довжиною хвилі і розмірами приміщення, акустичних властивостей і форм відбивальних поверхонь характер звукового поля приміщення змінюється [1].

Таким чином, поле в кожній точці приміщення можна розглядати як результат накладення на сигнал прямої звукової хвилі, що поступає від гучномовця або виконавця по найкоротшому шляху (прямий звук), значного числа повторень, що запізнюються, обумовлених відбитими звуковими хвилями (відзвуками), що зазнали різне число відбиттів від поверхонь приміщення. Внаслідок поглинання звукової енергії при відбитті повторення, що запізнюються, мають менший рівень, ніж первинний сигнал. В середньому рівень цих повторень убуває із зростанням часу запізнювання, оскільки сигнали з більшою затримкою зазнають, як правило, і більше число відбиттів, отже, більше послабляються. Сукупність цих відбитих звуків утворює ревербераційний процес приміщення, що істотно змінює забарвлення звучання.

1.2 Забезпечення оптимальних акустичних умов у приміщеннях

Для створення оптимальних акустичних умов у акустично визначених приміщеннях застосовуються звукопоглинальні матеріали і конструкції, а також звукорозсіювальні елементи і конструкції, якими покривають і оздоблюють поверхні приміщення. При цьому основним акустичним параметром приміщення вважається стандартний час реверберації. Без застосування звукопоглинальних матеріалів час реверберації в приміщенні перевищує необхідне оптимальне значення[3].

Звукопоглинальні матеріали і конструкції характеризуються коефіцієнтом звукопоглинання. Коефіцієнтом звукопоглинання α називають відношення енергії звукової хвилі, що поглинається до енергії, що падає на поверхню. Якщо енергію звукової хвилі виразити інтенсивністю, то $\alpha = I_{\text{погл}} / I_{\text{пад}}$.

Якщо розміри поверхні поглинаючого матеріалу великі в порівнянні з довжиною падаючої хвилі, а його товщина практично нескінченна, то коефіцієнт звукопоглинання буде визначатися формулою

$$\alpha = 1 - \left[\frac{\rho c_{\text{зв}} - 413}{\rho c_{\text{зв}} + 413} \right]^2,$$

де $\rho c_{\text{зв}}$ – питомий акустичний опір поглинаючого матеріалу, кг/(м²с); 413 кг/(м²с) – питомий акустичний опір повітря. Таким чином звукопоглинання залежить від акустичного опору матеріалу по відношенню до акустичного опору повітря.

Коефіцієнт звукопоглинання матеріалів залежить від частоти звукового сигналу, що дозволяє забезпечувати оптимальне звукопоглинання у приміщенні у всьому частотному діапазоні.

За принципом дії звукопоглинальні матеріали підрозділяються на суцільні, пористі з жорстким або пружним скелетом, резонансні (мембранні і перфоровані).

Суцільні звукопоглинальні матеріали мають акустичний опір завжди більший ніж у повітря, а пористі у більшості випадків менше його.

Пористі матеріали завжди комбінують з суцільними, розташовуючи суцільні позаду пористих. При цьому найменше поглинання у пористого матеріалу утворюється при його розташуванні впритул до стіни із суцільного матеріалу, що добре відбиває звукову енергію, і найбільше - при розташуванні його на відстані чверті довжини звукової хвилі (у повітрі) від поверхні матеріалу, що добре відбиває звук. Дещо менше поглинання спостерігається при відстанях $3/4\lambda$ і $5/4\lambda$. При більшому віддаленні від стіни коефіцієнт поглинання залишається постійним.

Для поглинаючого матеріалу з розміром, порівняним з довжиною звукової хвилі, коефіцієнт поглинання залежить від співвідношення між ними. Так, наприклад, відкрите вікно має коефіцієнт поглинання більше одиниці, особливо на низьких частотах (енергія звукових хвиль, що падають поруч з вікном, йде в нього із-за явища дифракції). Коефіцієнт поглинання порт'єри з невеликими розмірами у порівнянні з довжиною звукової хвилі більше, ніж порт'єри з великими розмірами, тому краще мати ряд вузьких порт'єр, ніж одну широку (при рівній загальній ширині).

Жорсткі пористі матеріали складаються із заповнювачів у вигляді

мінеральної крихти, гравію, шлаку, пемзи і терпких матеріалів, таких як цемент, алебастр, синтетичні смоли. У пористих матеріалах з пружним скелетом стінки пір здатні деформуватися під впливом звукових хвиль. Такі листи з паперової маси (інсуліт, арборит), пружні будівельні матеріали (фенолова повсть, мінеральна вата, скловолокно). Сюди ж відносяться різні драпіровки і килими.

На рис. 1.1, наведено частотні характеристики коефіцієнтів поглинання пористих матеріалів. З графіків видно, що пористі звукопоглинальні матеріали дають переважне поглинання в області високих частот і дуже неефективні в нижній частині частотного діапазону [3].

Іншою поширеною конструкцією звукопоглинального матеріалу є резонансні поглиначі. Вони діляться на мембранні і резонаторні.

Мембранні поглиначі являють собою натягнуте полотно або тонкий фанерний лист, під яким розміщений добре демпфірувальний матеріал (матеріал з великою в'язкістю, наприклад, деякі сорти губчастої гуми, поролонові килимки, будівельна повсть та ін.). Щити з натягнутим полотном називають щитами Бекеші. Максимум їх поглинання спостерігається на резонансних частотах:

$$f_k = \frac{k}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho b h}},$$

де F – сила, з якою натягнуто полотно; ρ – щільність матеріалу полотна; (l , b , h – довжина, ширина, товщина полотна; k – порядок резонансної частоти.

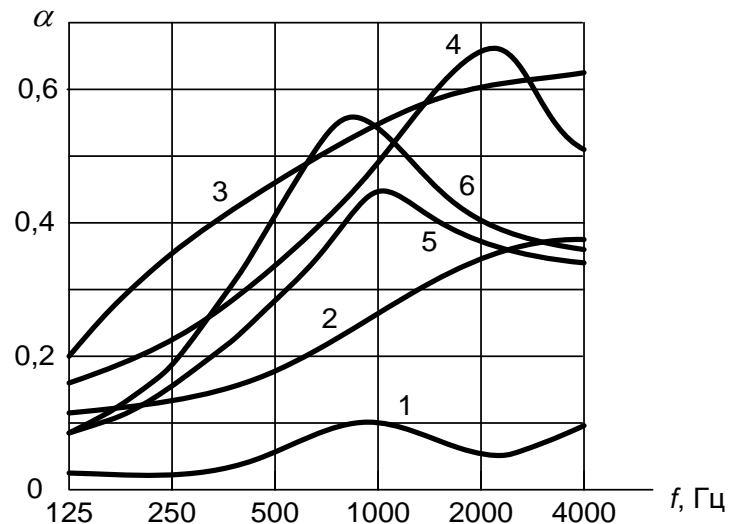


Рисунок 1.1 – Частотні характеристики коефіцієнта звукопоглинання для пористих акустичних матеріалів: 1 – вапняна штукатурка по дерев'яній обрешітці; 2 – килим з ворсом, що лежить на бетонній підлозі; 3 – арборит у плитах товщиною 2 см; 4 – фіброакустит в плитах товщиною 3,5 см; 5 – драпірування на стіні; 6 – драпірування на відстані 10 см від стіни

Резонансними поглиначами можуть служити, наприклад, тонкі пластини, що коливаються під впливом звукової хвилі, при цьому частина звукової енергії витрачається на тертя. Звукопоглинання їх стає максимальним при резонансі, коли амплітуда коливань пластини стає найбільшою. Мембранні конструкції є дерев'яними рамами, на яких кріпляться тонкі листи з фанери, пластмаси, полімерної плівки і т.п. Повітряний зазор між шаром і стіною іноді заповнюється розпушеним пористим матеріалом.

Коефіцієнт поглинання можна розрахувати, якщо знати в'язкість матеріалу, розташованого під фанерою, але практично такий розрахунок дуже неточний.

На рис. 1.12 наведені коефіцієнти поглинання для фанерних щитів, розташованих близько від стіни з заповненням проміжку між ними демпфірувальним матеріалом.

Перфоровані поглиначі є пористо-коливальними системами і являють собою систему повітряних резонаторів, наприклад резонаторів Гельмгольца, в гирлі яких розташований демпфірувальний матеріал із шару м'якого пористого матеріалу, що примикає до стіни і закритого жорсткою перфорованою

пластиною.

Резонансна частота резонатора:

$$f_0 = \frac{c_{зв}}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{lV}}$$

де S - поперечний переріз горла резонатора, l - довжина горла; V - об'єм порожнини резонатора.

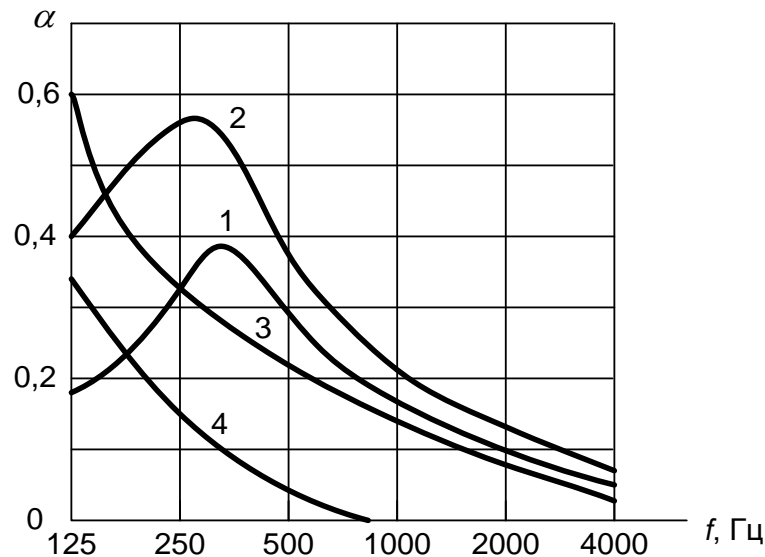


Рисунок 1.2 – Частотні характеристики коефіцієнта звукопоглинання для панелей, що резонують на нижніх частотах: 1 – фанера завтовшки 3 мм з повітряним проміжком 5 см; 2 – те ж саме, але краї демпфировані скловатою; 3 – фанера завтовшки 6 мм з повітряним проміжком 10 см, краї задемповані мінеральною ватою; 4 – віконне скло

Найбільш поширена конструкція резонаторних поглиначів - перфорований лист, розташований на деякій відстані від твердої стіни. Така конструкція може розглядатися як ряд резонаторів. Якщо перфорація розподілена по поверхні листа рівномірно, то такий поглинач матиме типову резонансну криву поглинання, а якщо нерівномірно, то можна отримати рівномірну криву поглинання. Для рівномірного розподілу отворів резонансна частота

$$f_0 = \frac{c_{зв}}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{l_e d^2 h}}$$

де S - перетин отвору; $l_e = \delta + 0,5\sqrt{\pi S}$ - ефективна товщина листа; δ - товщина листа; h - відстань від стіни (стелі); d - відстань між отворами

Замість ряду отворів застосовують щілини в таких листах. Резонансна частота в цьому випадку

$$f_0 = \frac{c_{зв}}{2\pi} \sqrt{\frac{b}{ldh}}$$

де b - ширина щілини; d - відстань між щілинами; h - відстань від стіни (стелі); l - ефективна товщина листа.

Коефіцієнт поглинання резонатора визначається активним акустичним опором демпфірувального матеріалу, що знаходиться в горлі резонатора. Як такий опір зазвичай застосовують металеву сітку. Коефіцієнт поглинання залежить від числа і розмірів осередків такої сітки. Сітку розташовують під листом з перфорацією. Рідше застосовують для цього тканину, так як вони негігієнічні [5].

На рис. 1.3, б наведені характеристики поглинання деяких перфорованих конструкцій (застосовуваних для акустичної обробки приміщень) при різній їх товщині δ , відстані від стіни h і між отворами d , діаметрі отвори D .

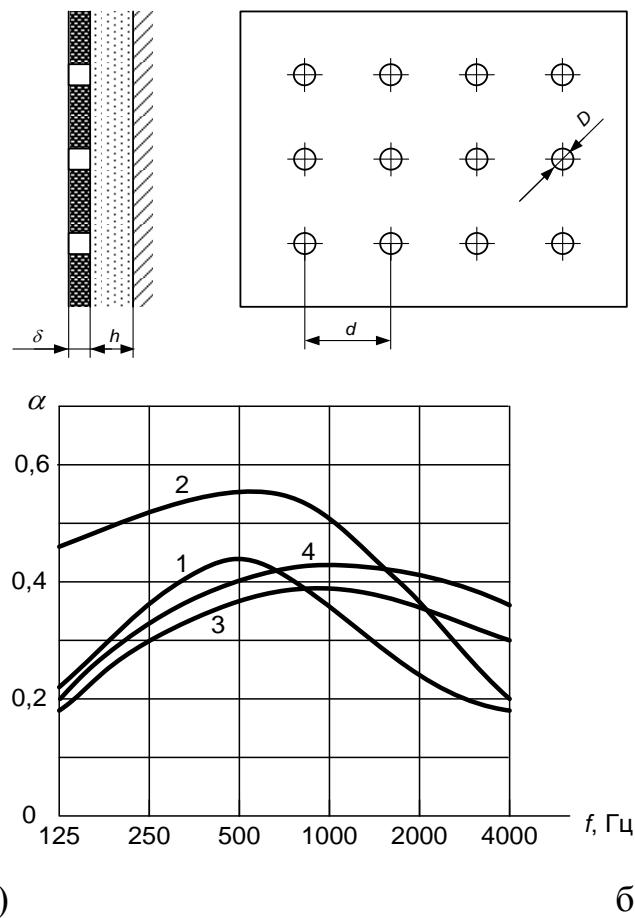


Рисунок 1.3 – Ескіз конструкції (а) і залежність коефіцієнта звукопоглинання перфорованих резонаторних панелей від частоти при різній їх товщині δ ,

діаметрі отворів D і відстані від стіни h (б): 1 – для матеріалу з $\delta = 3$ мм, $D = 7$ мм, $d = 3$ см і $h = 5$ см; 2 – для того ж матеріалу при віднесенні від стіни на відстань $h = 10$ см; 3 – для фанери з щілиною 45 мм, $\delta = 3$ мм, відстань між щілинами 6,5 см, фанера підклеєна тканиною; 4 – той же матеріал, $\delta = 3$ мм з щілиною 45 мм без підклеювання тканиною, але із заповненням повітряного проміжку матами з азбестової вати

У акустично визначених приміщеннях, як правило, використовують наступні типи конструкцій вищеназваних звукопоглиначів:

- пористі акустичні плити (наприклад, типу Акмігран, ПА/О, ПА/С), коефіцієнт звукопоглинання α яких звичайно має максимальне значення в області середніх і верхніх частот (рис. 3.7) звукового діапазону (у нижній частині частотного діапазону вони неефективні);

- перфоровані резонансні панелі, що найчастіше є шаром ефективного звукопоглинача (мінеральної вати, скловолокна і т.п.), обернутого склотканиною і закритого зовні перфорованим листом. Як останнє використовується фанера завтовшки 4...5 мм, а також гіпсові або металеві листи. Частотна залежність коефіцієнта α цих конструкцій має резонансний характер (рис. 3.9), причому залежно від розміру перфораційних отворів, відстані між ними, товщини наповнювача і інших чинників вдається змінювати положення максимуму звукопоглинання на осі частот, що вельми зручно при акустичному налаштуванні приміщень; максимум звукопоглинання спостерігається у області середніх частот;

- панелі, що резонують на нижніх частотах, наприклад листи гладкої фанери, сухої штукатурки, деревно-стружкові плити, що розташовані звичайно на деякій відстані від жорсткої поверхні стіни. Коефіцієнт звукопоглинання α цих конструкцій максимальний в області частот 100...300 Гц (рис. 3.8) і зміщується у бік нижчих частот при збільшенні повітряного проміжку між панеллю і поверхнею стіни (стелі).

Звукопоглинальні матеріали конструкції з різними акустичними характеристиками розміщують по можливості рівномірно на поверхнях

приміщення, що сприяє підвищенню дифузності звукового поля. Застосовують також звукорозсіювальні конструкції, які частково розташовують на бічних стінах (напівколони, різної форми опуклі поверхні), але в основній масі на стелі. Їх звукопоглинання максимально в області нижніх частот [5].

Підлога у акустично визначених приміщеннях звичайно паркетна, при необхідності частково покривається килимом. У деяких приміщеннях останніми роками широко використовують наливна пластмасова підлога, яка зручна в експлуатації і не створює шуму при переміщенні людей і обладнання. Така підлога виготовляється з мастики, що готується на основі полівінілацетатної емульсії з додаванням піску і пігментів.

Для оперативної зміни часу реверберації, наприклад, в музичних і літературно-драматичних студіях іноді використовують "механічні" способи варіювання фонду звукопоглинання. До них відносяться:

- поворотні щити, що укріплюються на поверхнях приміщення; при їх повороті або відкривається доступ до звукопоглинального матеріалу, або цей матеріал закривається щитами з поверхнею, що відбиває звук;
- різноманітні за розміром вали з намотаним на них звукопоглинальним матеріалом (різного роду драпіровки, за допомогою яких прикриваються або відкриваються звуковідбивні поверхні стін);
- розсувні панелі, що змінюють площу поверхні того або іншого звукопоглинального матеріалу [7];
- поворотні колони, кожна половина поверхні яких оброблена своїм звукопоглинальним матеріалом [7].

1.3 Кінотеатральна зала з акустичної точки зору

Кінотеатральна зала відноситься до того типу глядацьких зал, у яких передача звуку відбувається тільки через систему звуковідтворення. Причому, глядацьке зала кінотеатру розглядається як вторинне приміщення, що призначене для відтворення фонограм записаних у первинних приміщеннях – павільйонах, тонательє кіностудій тощо, які мають свої оригінальні акустичні

умови, обрані звукорежисером для оптимізації звучання. Це накладає визначені вимоги на створення оптимальних акустичних умов. До того ж якість звучання в залі залежить і від технічної якості і характеристик системи звуковідтворювальної апаратури, від розташування гучномовців і, нарешті, від кваліфікації звукооператора, що керує системою. Не можна не відзначити ще одну специфічну особливість кінозал - це пряма залежність від кіномистецтва в цілому.

Кінотеатральна зала характеризується трьома особливостями

По-перше, вона універсальна по призначенню: у ній однаково добре повинні звучати і мова, і музика всіх жанрів і в будь-якому виконанні, і найрізноманітніші шуми і ефекти.

По-друге, звучання будь-якого виконавця сприймається глядачами зали від системи гучномовців, що випромінюють звукову енергію завжди з однією і тією же характеристикою спрямованості і розташованих у незмінних зафіксованих місцях, як правило, за екраном.

По-третє, кінозала є вторинним приміщенням: тут звук лише відтворюється з фонограми, яка була записана в інших акустичних умовах, що значно впливає на акустичні умови кінозали [2].

Усі три обставини (і особливо остання) можуть привести (і у свій час приводили) до помилкового висновку: якщо фонограма записана у визначених продиктованих творчими розуміннями акустичних умовах, то саме ці умови, створені в павільйоні звукозапису або тонательє кіностудій, і є оптимальними і, отже, вторинне приміщення – кінотеатральна зала - повинна бути максимально заглушеною, щоб акустичні процеси в ній не впливали на звуковідтворення, не спотворювали б акустичних умов запису. Тобто вважалося, що бажано поставляти слухачам тільки пряму звукову енергію, що випромінюється гучномовцями, яка вже містить всі акустичні окраси, записані у фонограмі.

З цих розумінь і виникла тенденція розташовувати на всіх поверхнях зали максимально можливу кількість акустичних звукопоглиначів.

Але глядач сприймає абсолютно весь акустичний процес що відбувається в

первинному приміщенні при записі - пряму хвилю, ранні відбиття, завершальну ділянку реверберації - з одного і того ж місця - гучномовця і, отже, з одного напрямку. А це обумовлює в дуже заглушеній залі порушення просторовості сприйняття: звучання стає плоским, зникає відчуття об'ємності звуку, характерне для природних первинних джерел. Мова звучить розбірливо, але сухо, а музика - з естетичної точки зору - не досить задовільно. Крім того, в сильно заглушених залах підвищується ступінь втомлюваності глядачів.

Ще одна особливість полягає в тому, що, наприклад, у концертному залі потужність джерел звуку обмежена і пряма звукова енергія має підтримуватися значною частиною відбитої. А в кінотеатрі потужність джерел практично необмежена і немає необхідності в підтримці відбитої енергії [3].

При визначенні акустичних умов кінозали основним критерієм акустичної якості приміщення є час реверберації. Збільшення часу реверберації призводить до погіршення розбірливості мови.

Дослідження ревербераційного процесу приміщення і, зокрема, ролі структури ранніх відбиттів показали, що одним із важливих факторів, які впливають на відчуття об'ємності звучання, є напрямок, за яким ранні відбиття приходять до слухачів. При цьому, у випадку, коли всі ранні відбиття надходять з одного напрямку, навіть тренований слухач розрізняє тільки дещо підвищену лункість, але не відчуває об'ємності, оскільки сприймає загальне звучання у вигляді тільки прямого звуку.

Отже, якщо джерело звука - гучномовець - відтворює акустичний сигнал, записаний у первинному приміщенні, то слухач сприймає звучання у вигляді прямого звуку, розрізняючи лише грубі нюанси, наприклад реверберуючий сигнал із більшим або меншим ступенем лункості.

Оскільки потужність джерел звуку в кінозалі практично не обмежена, основні розміри зали можуть бути вибрані тільки на основі технологічних вимог до його експлуатації.

Наступною не менш важливою задачею є створення в залі певної акустичної обстановки, тобто оптимізації акустичних умов. Тут кінотеатральна зала

відрізняється важливою особливістю. Фонограми кінофільмів містить відрізки як мови, так і музики. При цьому умови для оптимального звучання в обох випадках різко відрізняються.

Процес спадання рівня звукової енергії у приміщенні можна розглянути у вигляді двох ділянок (рис. 1.4): початкової, що визначена структурою ранніх відбиттів, і завершальної, що визначена плавною кривою спадання.

Як уже згадувалося, у приміщеннях, обладнаних системою звуковідтворення, кількість випромінюваної прямої звукової енергії для озвучення необхідної площі глядацьких місць практично необмежена. Отже, роль ранніх відбиттів в якості фактора підвищення розбірливості мови втрачає зміст.

Припустимо, що поверхні, від яких надходять до глядачів відбиття на початковому інтервалі ревербераційного процесу, обладнані ефективним поглиначем звуку з високим коефіцієнтом поглинання. Тоді принциповий вигляд графіка, показаного на рис. 1.14, а зміниться так, як це наведено на рис. 1.14, б.

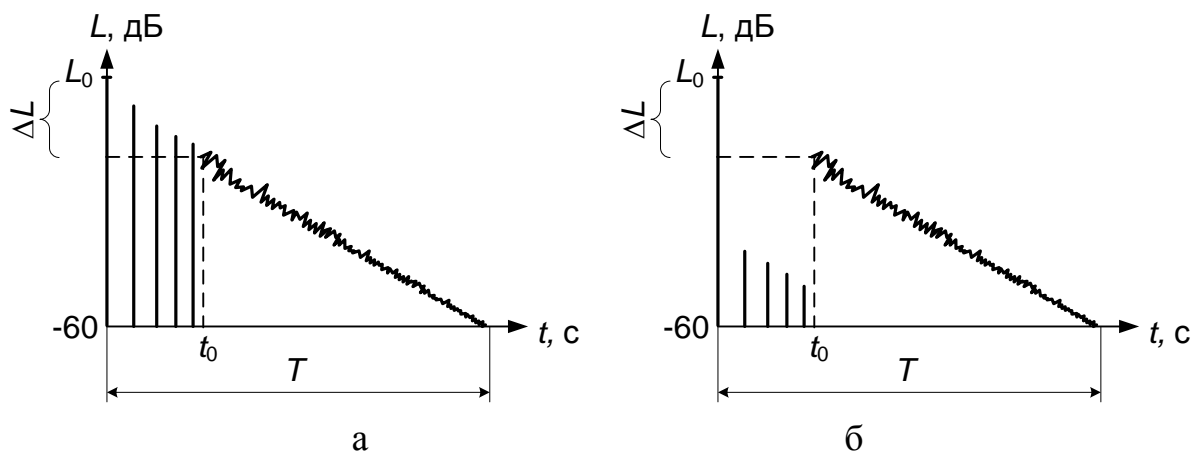


Рисунок 1.4 – Процес спадання рівня звукової енергії без (а) та з введенням поглинача (б)

В цьому разі початок ревербераційного процесу настає не відразу після приходу прямого звуку, а через інтервал часу, зайнятий початковою ділянкою процесу. При цьому рівень звукової енергії на початку ревербераційного процесу виявляється на величину ΔL нижчим за рівень прямої енергії.

Цей стрибок може бути збільшеним, якщо в глядацькій частині зали облаштувати поверхні звукорозсіювальними елементами для підвищення

дифузності на завершальній ділянці процесу (рис.1.5). Очевидно, в цьому разі час реверберації може бути суттєво збільшений без побоювань маскування прямого звуку [8].

Збільшення часу реверберації в певній мірі компенсує для звучання музики відсутність ранніх відбиттів, «оживлює» акустичну обстановку і відтворює ефект об'ємності звучання.

Такий метод облаштування зали дозволяє зберегти високий ступінь розбірливості мови і значно поліпшити умови для звучання музики. Крім того, метод надає практичні можливості архітектурного проектування зали, не зв'язуючи авторів проекту необхідністю розмішувати в глядацькій його частині велику кількість спеціальних поглиначів звуку [4].

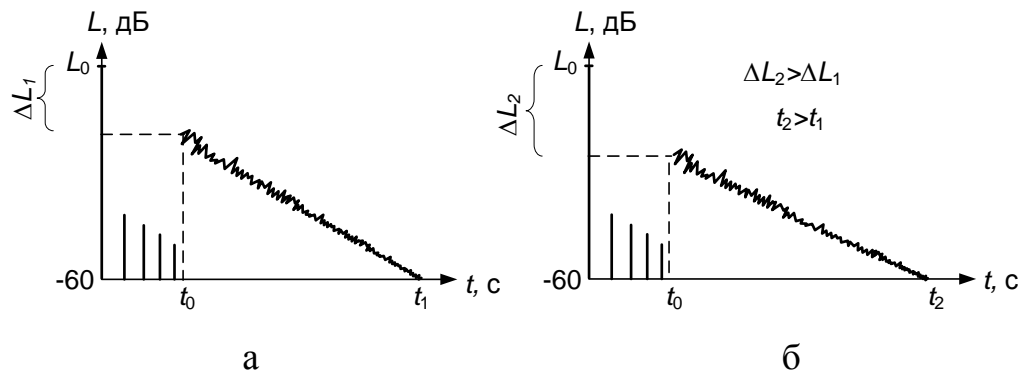


Рисунок 1.5 – Змінення процесу спадання звукової енергії без (а) та з введенням звукорозсіювальних конструкцій (б)

Таким чином, задача акустичного облаштування кінотеатральної зали зводиться, по-перше, до розташування ефективного поглинача на частинах поверхонь, відбиття від яких приходять на глядацькі місця на початковій ділянці ревербераційного процесу, по-друге, до вибору такої форми зали і оформлення його поверхонь, щоб в глядацькій частині був досягнутий достатньо високий ступінь розсіювання звуку. При такому облаштуванні глядацької зали можна припустити значне збільшення часу реверберації, що призводить до підвищення якості звучання музики при збереженні високої розбірливості мови.

З експериментальних досліджень і досвіду проектування і будівництва кінотеатрів в [4] запропоновано значення середнього коефіцієнту поглинання:

для об'єму залу до 10600 м^3 – $\alpha = 0,22$ і для більших об'ємів – $\alpha = 0,23$.

Рекомендований час реверберації на частотах 500-2000 Гц можна визначити смугою, показаною на рис.1.16, а. До того ж, для більш повної акустичної характеристики приміщення зали оптимальний час реверберації рекомендується визначати для ряду допоміжних частот: 125, 250, 4000 Гц, що можна зробити, користуючись частотною характеристикою на рис 1.16, б.

Розглянемо місцезоташування поглиначів. При фіксованому розташуванні гучномовців за екраном частини поверхонь, відбиття від яких надходять на глядацькі місця на початковому інтервалі часу ревербераційного процесу, займають на стелі і на бокових стінах приблизно відстань 0,25 довжини зали від екрану, а також заекранну стіну.

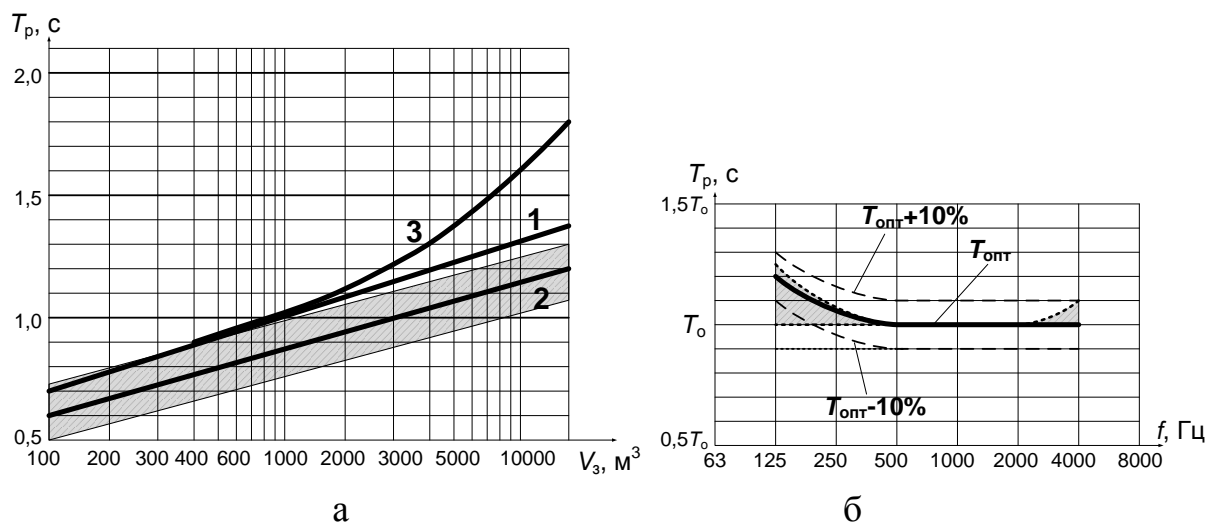


Рисунок 1.6 – Рекомендований час реверберації (а) та частотна характеристика (б) для кінозал із сталим середнім коефіцієнтом поглинання

Дослідженнями встановлено, що при обробці стін і стелі каменем, штукатуркою тощо потребується додаткова кількість звукопоглинання на стінах, яка займає, в залежності від об'єму, 5-7% від загальної поверхні стін. Якщо стеля вирішена тільки в дереві, то кількість додаткового поглиначів складе 3-5% від поверхні стін. В разі, якщо стіни або і стіни, і стеля оброблені деревом, то додаткової кількості поглиначів звуку не потребується. Додаткову кількість поглиначів рекомендується рівномірно розташовувати на частинах стін в глядацькій частині зали [3].

Необхідно зазначити також, що обов'язковою умовою оптимізації акустичних умов зали є досягнення високого ступеню розсіювання звуку в глядацькій частині зали. Для цього поверхня стелі облаштовується звукорозсіювальними елементами і конструкціями з дерева.

Сучасні кінотеатри обладнані стереофонічними багатоканальними системами звуковідтворення, що в свою чергу потребує відповідного акустичного оформлення глядацької зали.

Якість стереофонічної передачі підвищується, якщо стереофонічна система разом із приміщенням, у якому ведеться передача, створює умови правильної локалізації удаваного джерела звуку і забезпечує таке акустичне "забарвлення" звучання, що характерне для природних джерел звуку.

Точність локалізації удаваного джерела звуку помітно змінюється в залежності від часу реверберації. Причому, помилка у визначенні положення удаваного джерела звуку при зміні T від 0,3 до 1,2 с росте набагато швидше, ніж при його зміні в межах від 1,2 до 4 с. До того ж, у приміщенні в міру зсуву слухачів ближче до стін, удаване джерело звуку локалізується менш точно.

Дослідження стереофонії показують, що для будь-якого положення слухача і поза залежністю від акустичних умов у приміщенні найбільша неточність у визначенні положення удаваного джерела має місце при його перебуванні на рівному видаленні від гучномовців. З інших досвідів з'ясовується, що якість стереофонічної передачі залежить від різниці в часі приходу до слухача прямої звукової хвилі і хвиль перших відбиттів. Найкращі результати виходять при різниці у часі $t=25$ мс, коли звучання, не втрачаючи чіткості, стає більш природним. Збільшення цієї різниці до 35-40 мс приводить до погіршення передачі. Це підкреслює наявність зв'язку між якістю передачі і структурою ревербераційного процесу на початковому етапі [2].

Установлено, що при стереофонічній передачі музичних програм у реверберуючих приміщеннях має місце просторове розширення удаваного джерела, що забезпечує велику природність звучання.

Розгляд експериментальних даних приводить до висновків [1]:

1. Зменшення часу реверберації позитивно позначається на точності локалізації удаваного джерела звуку. Однак це зменшення знижує природність звукопередачі, особливо для музичних програм.

2. Враховуючи вплив на якість передачі характеру спадання звукової енергії на початковому етапі, можна рекомендувати вибір загального часу реверберації досить великим для якісної передачі музики, але розміщувати поглинаючі матеріали таким чином, щоб виділялися б відбиття, що запізнюються на $t=25$ мс.

3. У зв'язку з тим, що при стереофонічному записі $T_{\text{ек}}$ збільшується, можна рекомендувати для залів стереофонічного звуковідтворення знизити час реверберації на 20-25% у порівнянні з реверберацією у звичайних залах.

2.ДОСЛІДЖЕННЯ СПРИЙНЯТТЯ ЗВУКУ ЛЮДИНОЮ. ПРОСТОРОВЕ СПРИЙНЯТТЯ ТА БІНАУРАЛЬНИЙ ЕФЕКТ

2.1 Основні відомості про сприйняття звуку та адаптацію слуху

Слуховий апарат інерційний: при зникненні звуку слухове відчуття зникає не відразу, а поступово, зменшуючись до нуля. Час протягом, якого відчуття за рівнем гучності зменшується на 9 ... 10 фон називається постійною часом слуху. В середньому вона дорівнює 30 ... 50 мс.

Якщо до слухача приходять два коротких звукових імпульсу, однакові за складом і рівнем, але один з них запізнюється, то вони будуть сприйматися разом, коли запізнювання не перевищує 50 мс. При великих інтервалах запізнювання обидва імпульсу сприймаються окремо. Це явище називається луною, воно проявляється, коли різниця ходу прямого і відбитого звуків більше 18 м.

Якщо рівень другого звуку набагато менше рівня першого, то він не буде прийнятий окремо, навіть якщо час запізнювання більше 50 мс. Це обумовлено ефектом маскування відчуття від першого звуку маскують другий. До часових параметрів слуху відноситься явище після маскування: слабкі звуки, що йдуть відразу після гучних звуків, виявляються повністю або частково замаскованими через післядії попереднього звуку. До цих характеристик звуку відноситься і час встановлення висоти тону звуку. Для цього необхідно два - три періоди коливань, щоб слух міг наближено оцінити висоту звуку. На низьких частотах час встановлення складає близько 30 мс, на високих частотах - воно дещо менше.

При впливі на барабанну перетинку вуха досить тривалого звуку великої інтенсивності сприймається гучність поступово зменшується. Це значить, що під час дії тривалого гучного звуку падає чутливість вуха. Після припинення дії звуку здатність чути поступово відновлюється. Це явище називається адаптацією слуху[9].

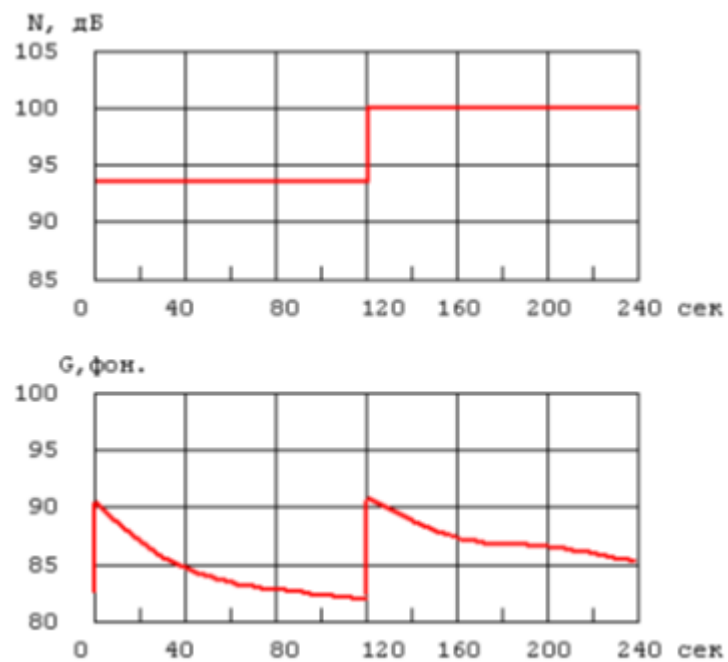


Рисунок 2.1 – Графік адаптації слуху людини при збільшенні рівня гучності на 6дБ

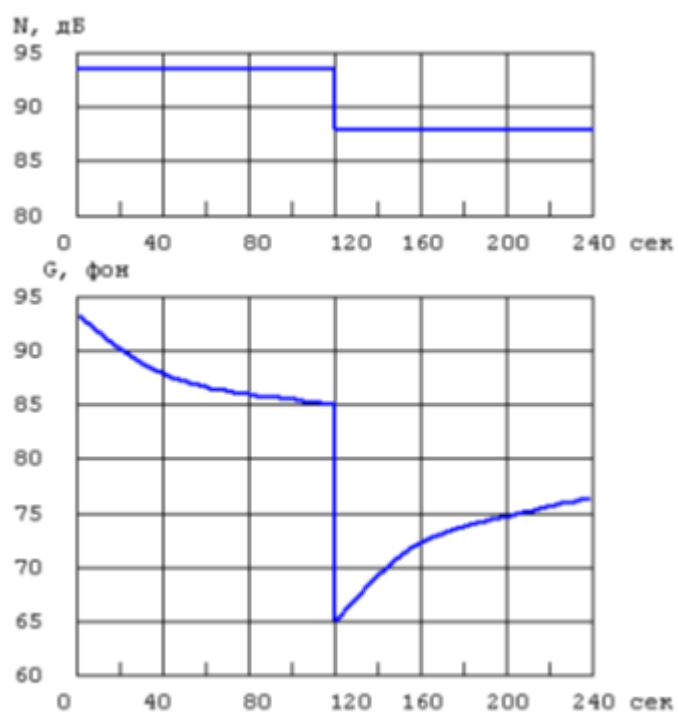


Рисунок 2.2 – Графік адаптації слуху людини при зменшенні рівня гучності на 6дБ

Явище адаптації слуху пояснюється рисунках 2.1 і 2.2. На цих рисунках, як приклад наведено вплив звуку у вигляді імпульсів тривалістю по 2 хвилини на здатність чути. При рівні звукового тиску 94 дБ (рис. 2.1 а) відбувається плавне зниження сприйманого рівня гучності з 94 до 85 фон (рис. 2.1, б). Швидкість падіння рівня гучності за часом від 0 до 40 з висока, потім вона зменшується майже до нуля. При подальшому стрибкоподібному зростанні звукового тиску на 6 дБ (рис. 2.1, б) рівень гучності спочатку зростає на 9 фон, а потім знову починає зменшуватися. Однак, зменшення рівня гучності в цьому випадку помітно менше з 95 до 88 фон. Це означає, що ступінь адаптації тим вище, чим голосніше втомлює звук. На рис. 2.2 б показано зміна сприйнятого рівня гучності при стрибкоподібному зменшенні звукового тиску з 94 до 85 дБ. При цьому стрибок зменшення рівня гучності становить майже 20 фон. Потім відбувається адаптація слуху до тиші і чутливість вуха частково відновлюється, а сприймається рівень гучності через 2 хвилини зростає на 12 фон [9].

Таким чином, адаптація проявляється у вигляді втрати чутливості слуху при досить тривалому впливі гучного звуку і відновленні її при зменшенні гучності стомлюючого звуку. Захисна здатність вуха має інерцією - цей механізм починає працювати через 30 ... 40 мс після початку звуку. Повний захист слуху від впливу високих рівнів не досягається навіть за 150 мс. Тому для слуху найбільш небезпечні дуже короткі голосні звуки.

До сих пір було визначено коефіцієнт маскування в припущенні, що маскується і маскує звуки присутні одночасно. Однак, через явища адаптації слуху виникають ситуації, коли досить гучні звуки маскують, роблять практично нечутними, звуки, які йдуть за ними. В деяких випадках маскуються попередні звуки.

Такий вид маскування, коли звуки не перекриваються за часом, називається тимчасової маскуванням. Вона розділяється на предмаскіровку і послемаскіровку. Послемаскіровка проявляється на інтервалі часу 100-200 мс після закінчення маскує звуку. Предмаскіровка проявляється на значно коротші тимчасові інтервали близько 10 мс. Тривалість предмаскіровки в дуже сильній

мірі залежить особливостей конкретних людей. З цієї причини механізми тимчасової маскуванія при цифровому кодуванні звуку поки не використовуються.

Однак, звукорежисерам ці механізми треба знати.

Основні особливості тимчасового маскуванія:

- Післямаскіровка більш ефективна, ніж передмаскіровка,
- Більш високий рівень маскуванія спостерігається при надходженні маскує звуку через короткий часовий інтервал слідом за маскируемом звуком,
- Маскуванія виражена сильніше коли маскує і маскується звуки подаються в одне вухо,
- Рівень маскуванія зазвичай різко падає при збільшенні тимчасового інтервалу понад 15 мс,
- Збільшення рівня інтенсивності маскуючого звуку на 10 дБ викликає зрушення порога маскуванія на 3 дБ,
- Тривалість маскує звуку впливає на ступінь предмаскіровки, але не на послемаскіровку,
- Тимчасова маскуванія залежить від частотного співвідношення маскує і замаскованого звуків, маскуванія проявляється сильніше, коли частоти цих звуків близькі.

Нелінійність слуху. Суб'єктивні гармоніки.

Слуховий апарат людини є нелінійною системою. нелінійність слуху проявляється в тому, що при гучних звуках в слуховому апараті виникають гармоніки: 2, 3 і аж до 9 (рис. 2.3). Ці гармоніки називаються суб'єктивні, так як їх немає у вихідному звуці [9].

Поки рівень звукового тиску не перевищує 40 дБ суб'єктивні нелінійні спотворення не виникають. При збільшенні рівня інтенсивності первинного тону понад 60 дБ величина суб'єктивних гармонік різко зростає до 10 ... 50% і може перевищити інтенсивність основного тону. Це має суттєве значення для сприйняття низьких частот 16 ... 100 Гц. Передбачається, що звуки з частотою

нижче 100 Гц сприймаються не самі по собі, а через створюваних ними гармонік, тобто через нелінійності слуху.

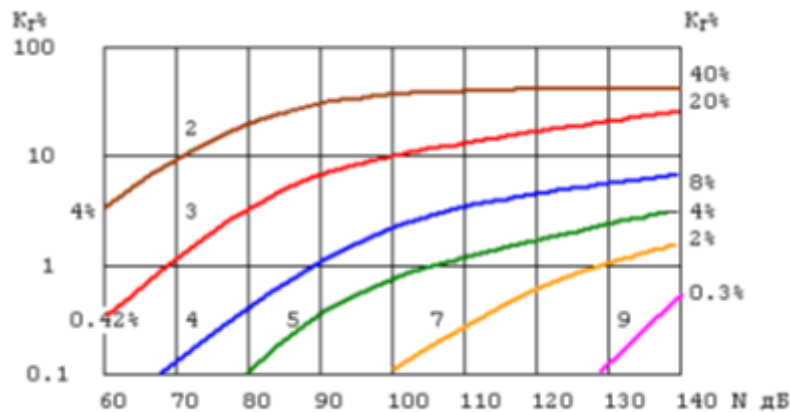


Рисунок 2.3 – Залежність суб'єктивних гармонік від рівня звукового тиску

Суб'єктивні гармоніки 2, 3, 4 і 5 порядків не призводять до помітного погіршення якості звучання, вони лише змінюють тембр. Завдяки ним звучання часто стає краще. Гармоніки більш високого порядку, особливо непарні, помітно погіршують якість звучання. Ще до війни фірма Філіпс розробила малогабаритний ламповий радіоприймач, в якому добре відтворювалися низькі частоти. Це досяглося за рахунок введення "синусоїдальних" нелінійних спотворень - другий і третій гармонія

Тембром звуку називається його особлива забарвлення, що дозволяє відрізнити даний звук від інших звуків такої ж висоти і гучності. Тембр - це суб'єктивна якісна характеристика звуку. На тембр впливають такі чинники:

Спектр звуку. Музичні звуки є періодичними коливаннями, спектр яких дискретний і містить крім основного тону ряд обертонів (гармоніки). Кількість обертонів і співвідношення їх амплітуд є найбільш важливим фактором, що визначає тембр звуку.

Встановлено, що обертони вище 8 не поліпшують тембр. Перенавантаженого обертонами створює відчуття тяжкості звучання. Надмірна збідненість складу обертонів призводить до безбарвності тембру.

Тимчасові чинники. Іншим фізичним чинником, що визначає тембр, є тривалість атаки (наростання) звуку і тривалість його загасання при це обертонах і основний тон можуть мати різні тривалості атаки і загасання. Звук фортепіано характеризується короткою атакою і тривалим загасанням, тоді як для органу навпаки. Тому тембр цих інструментів зовсім різні [9].

Вібрато. Дуже істотний вплив на тембр має вібрато. цим терміном позначається невелика амплітуда або частотна модуляція основного тону звуку або його обертонів, що відбувається з частотою не вище 10 ... 12 Гц. Найчастіше така модуляція здійснюється механічним способом, наприклад, коливаннями пальця, притискає струну.

Співзвуччя. Цікаві особливості тембру виникають при одночасному відтворенні цілої групи звуків. Наприклад, унісонне звучання. під цим розуміють одночасне відтворення декількома музичними інструментами звуків однієї і тієї ж висоти. В цьому випадку ніколи немає повного тотожності звуків всіх інструментів. Це пов'язано з наступними факторами:

- Не можна відтворити звук однієї і тієї ж висоти з абсолютною точністю внаслідок має місце розкид по частоті, тобто відтворюється не одна частота, а вузька група дискретних частот,
- Не можна здійснити повну синхронність атаки і загасання, тому виника тимчасова зона звучання,
- Музичні інструменти не ідентичні і вони мають суттєві відмінності за тембром.

Під роздільною здатністю слуху розуміються мінімальні зміни звукового тиску або частоти, які можуть бути помічені слухом. Роздільну здатність іноді називають диференціальним порогом сприйняття.

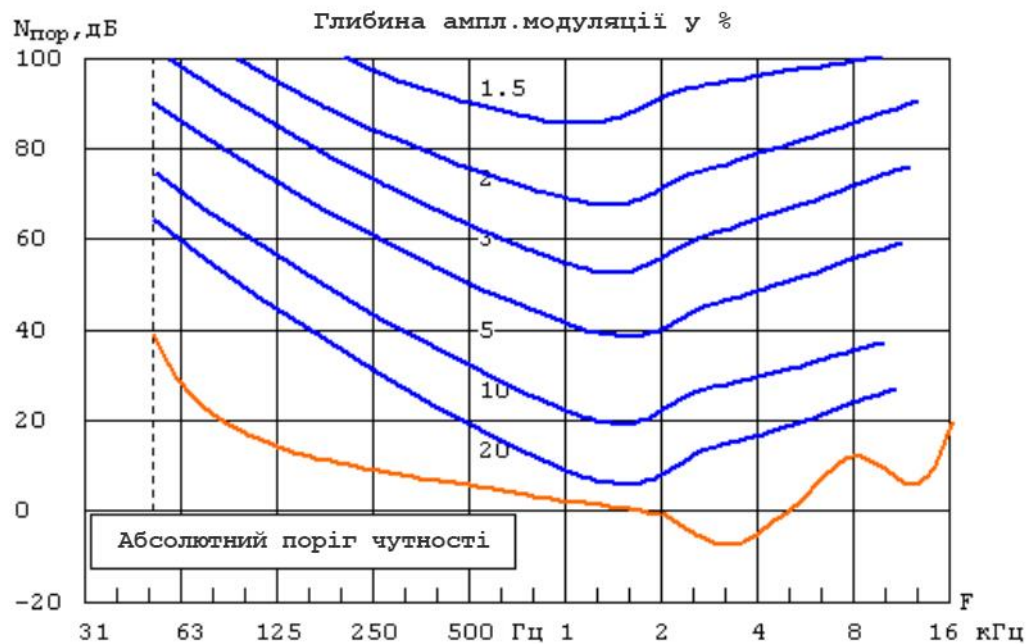


Рисунок 2.4 – Криві рівної помітності амплітудної модуляції з частотою 4 Гц

Амплітудні слухові пороги визначаються як мінімально помітна наслух амплітудна модуляція. Найбільша здатність чути амплітудної модуляції має місце при частоті модуляції 4 Гц. Графіки на рис. 24 ілюструють як змінюється порогове значення рівня звукового тиску $N_{\text{пор}}$, при якому помітна на слух амплітудна модуляція заданої величини від 1,5 до 20%.

Як видно з цих графіків:

- Чим менше глибина амплітудної модуляції, тим вище граничне значення рівня звукового тиску, при якому ця модуляція помітна;
- Рівень порога помітності амплітудної модуляції по звуковому тиску мінімальний в області частот 1 ... 2 кГц, до нижнім і верхнім частотам він істотно зростає;
- Криві рівної помітності амплітудної модуляції майже повторюють форму кривих рівного рівня гучності.

Роздільна здатність слуху до амплітудної модуляції визначається ставленням приросту звукового тиску до середнього значення тиску - DP / P . Залежно від рівня гучності і частоти амплітудно-модульованого коливання роздільна здатність може бути від 2 до 40%.

На рис. 2.5 представлена залежність роздільної здатності слуху до амплітудної модуляції від рівня гучності модульованого звуку і його частоти.

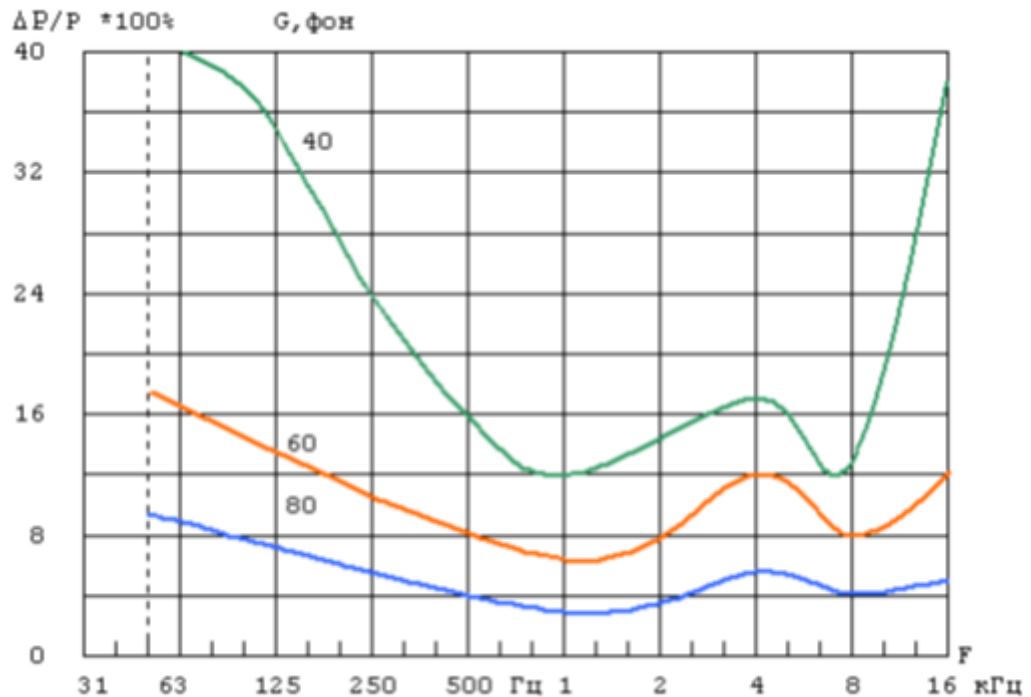


Рисунок 2.5- Криві амплітудної роздільної здатності слуху

Як видно:

- Роздільна здатність слуху до амплітудної модуляції дуже сильно залежить від рівня гучності модульованого звуку;
- Чим нижче рівень гучності, тим більше залежність роздільної здатності слуху від частоти.

Частотні слухові пороги визначаються як мінімально помітна на слух частотна модуляція. Найбільша здатність чути частотної модуляції має місце при частоті модуляції 4 Гц.

Графіки на рис. 2.6 ілюструють як змінюється порогове значення рівня звукового тиску $N_{пор}$, при якому помітна на слух частотна модуляція заданої величини від 0,2 до 10%.

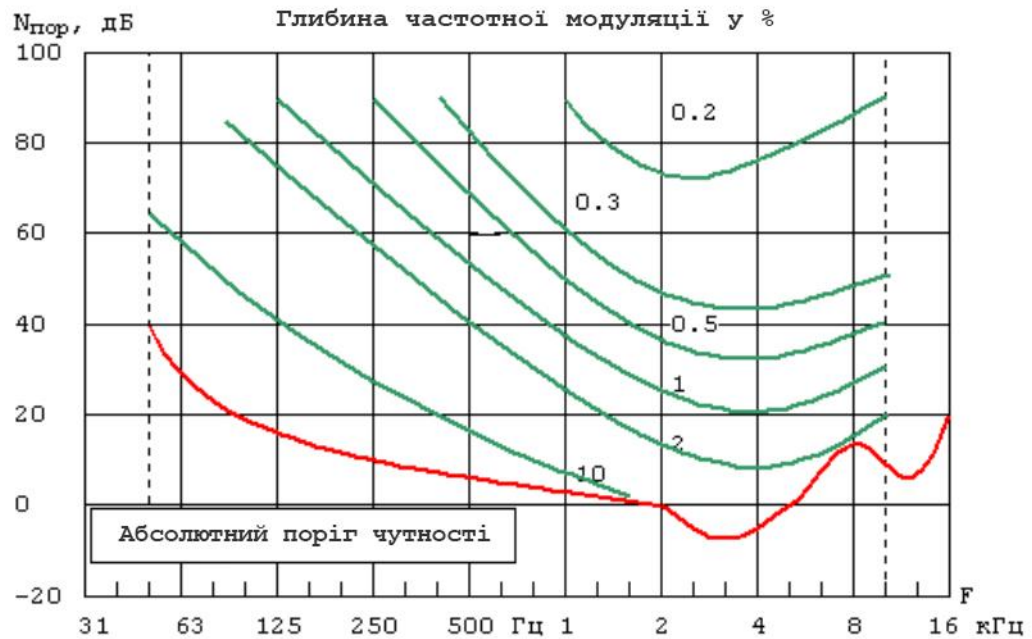


Рисунок 2.6 – Криві рівної помітності частотної модуляції з частотою 4 Гц

Як видно з цих графіків:

- Значення глибини частотної модуляції, яка помітна, значно менше, ніж при амплітудній модуляції;
- Чим менше глибина частотної модуляції, тим вище граничне значення рівня звукового тиску, при якому ця модуляція помітна;
- Рівень порога помітності частотної модуляції по звуковому тиску мінімальний в області частот 2 ... 4 кГц, до верхніх і особливо до нижніх частот він істотно зростає;
- Абсолютні значення помітних змін частоти складають від 2 до 10 Гц.

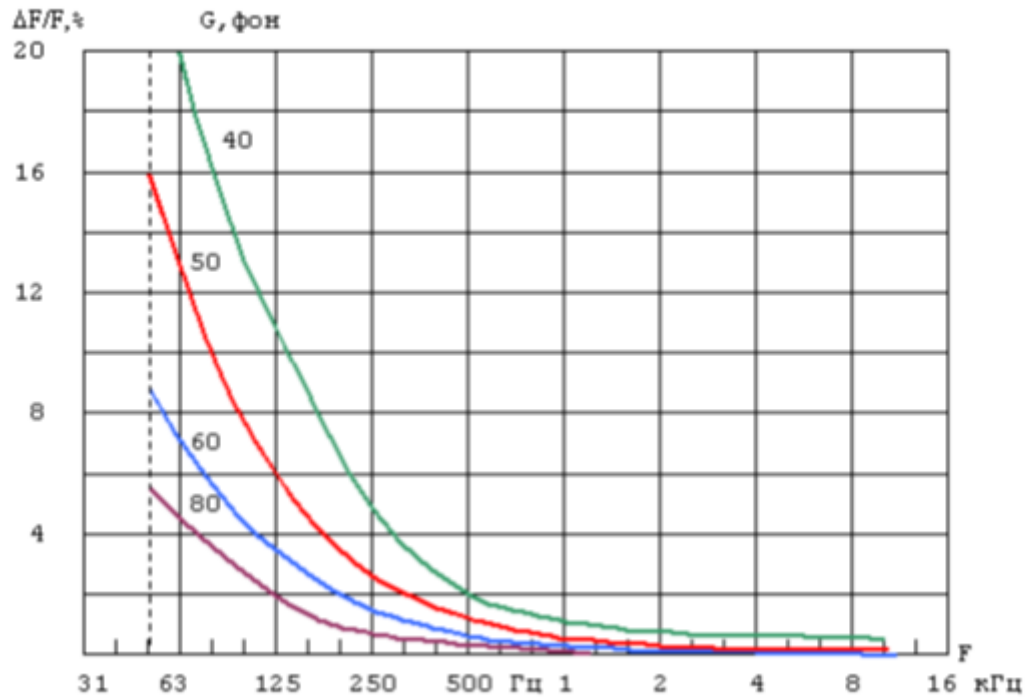


Рисунок 2.7- Криві частотної роздільної здатності слуху

Як видно з рис. 2.7:

- Частотна роздільна здатність визначається відношенням подвоєної глибини модуляції до частоті несучої;
- Вона сильно залежить від рівня гучності звуку, чим менший рівень гучності модульованого звуку, тим менше роздільна здатність слуху до частотної модуляції;
- Зі зменшенням рівня гучності звуку різкіше стає частотна залежність частотної роздільної здатності слуху.

Амплітудна і частотна модуляція звуку можуть мати як позитивний, так і негативне значення. Тому питання, що краще - висока або низька роздільна здатність не має однозначної відповіді. У музиці для збагачення звучання часто використовується навмисна амплітудна і частотна модуляція (Тремоло, амплітудне і частотне вібрато).

З іншого боку, через недосконалість технічної апаратури запису і відтворення звуку має місце паразитна амплітудна і частотна модуляція, наприклад, детонація в магнітофонах, яка різко погіршує якість звучання.

Бажано, щоб така паразитная модуляція була непомітна на слух. В якийсь мірою це реалізується вибором частоти модуляції і обмеженням її глибини нижче порога чутності. У музиці частота модуляція повинна бути ближче до 4 Гц, а в магнітофонах - якомога вище або нижче цієї частоти.

2.2 Просторове сприйняття, локалізація та ефект Допплера

Бінауральним слухом називається його здатність визначати напрям приходу звукової хвилі, тобто локалізувати положення джерела звуку в просторі. Ця здатність досягається завдяки просторової НЕ суміщеності двох вух в поєднанні з екрануючим впливом голови. Тому завжди має місце не ідентичність збудження правого і лівого вуха. Це факт забезпечує людині можливість сприймати просторовий звуковий світ і оцінювати переміщення джерел звуку в цьому просторі.

До числа основних властивостей бінаурального слуху можна віднести:

- Просторову локалізацію
- Ефект передування,
- Бінауральне підсумовування гучності,
- Бінауральну демаскування.

Такі можливості слуху досягаються завдяки 3 чинникам:

1. Тимчасовим - виникають через розбіжність моментів впливу однакових фаз звуку на ліве і праве вухо.

2. Амплітудним - виникають через неоднакову величини звукових тисків на ліве і праве вухо внаслідок дифракції звукової хвилі навколо голови, наприклад, освіти акустичної тіні з боку зворотної джерела звуку.

3. Спектральним - виникають через різницю в спектральному складі звуків, сприймаються лівим і правим вухом, внаслідок не однакового екрануючого впливу голови і вушних раковин на НЧ і ВЧ складові спектра складного звуку.

Локалізація джерел звуку. Прослуховуючи звучання симфонічного оркестру в концертному залі слухач чітко сприймає і поділяє розташування інструментів в горизонтальній площині на сцені, їх розташування по глибині, а також відчуває просторовість звукового образу. механізми локалізації джерел звуку по глибині, в горизонтальній і вертикальній площинах розрізняються.

Азимутна локалізація джерел звуку. Якщо під деяким кутом j до медіанної площини голови 1-1 слухача знаходиться джерело звуку (рис.28), то фронтальна локалізація включає визначення азимута (кута φ) і відстані l до джерела звуку. Внаслідок дифракції звукової хвилі навколо голови слухача і частотно-залежного загасання цієї хвилі з відстанню звуку до правого і лівого вухам слухача приходять не однаковими. Вони відрізняються за рівнем інтенсивності на величину ΔN і за часом на величину Δt , а також є функцією азимута і частоти φ . Ці параметри і є носіями інформації про локалізацію джерела звуку.

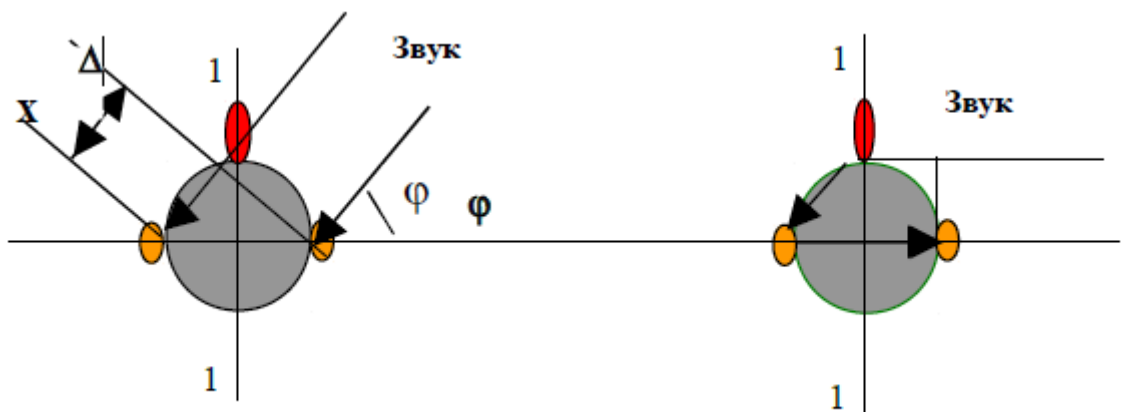


Рисунок 2.8- Поява різниці по часу приходу звукової хвилі у ліве та праве вухо

Різниця часу Δt приходу однакових фаз звуку до вух визначається рівністю

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{C_0},$$

де Δx - різниця ходу звукової хвилі до лівого і правого вуха, C_0 – швидкість поширення звуку в повітрі (340 м / с). У свою чергу Δx залежить від розмірів голови людини, точніше від відстані між вухами B , яке в середньому дорівнює 18 см.

$$\Delta x = \frac{B}{2} + \frac{B \cdot \pi}{4}$$

Максимальна різниця ходу досягає 23 см при розташуванні джерела під кутом 90 градусів (збоку). В цьому випадку вона більше середньої відстані між вухами $B = 18$ см і менше найліпшого відстані навколо голови, рівного 28 см (Рис. 28).

При такій різниці ходу максимальний час затримки дорівнює 0,63 мс. Однак, це справедливо тільки для синусоїдальних звуків з частотою не вище 800 Гц. На високих частотах час запізнювання стає більше половини періоду коливання, тому поняття фази втрачає сенс. Низькі частоти мають довжину хвилі більше, ніж діаметр голови слухача, тому вони оминають голову і не дають акустичної тіні. Звуки високої частоти мають довжину хвилі менше, ніж діаметр голови слухача, тому вони не проходять до лівого вуха. Виникає при цьому внаслідок явища дифракції акустична тінь, зменшує інтенсивність звуку, що надходить в ліве вухо (рис. 29).

З досвіду випливає, що чисті тони високих частот (понад 8 кГц) майже не піддаються локалізації. Також слабо виражена здатність локалізації на частотах нижче 300 Гц. На частотах менше 150 Гц локалізація відсутня взагалі. На цій підставі не важливо, де розміщувати НЧ акустичні системи при стерео звучанні

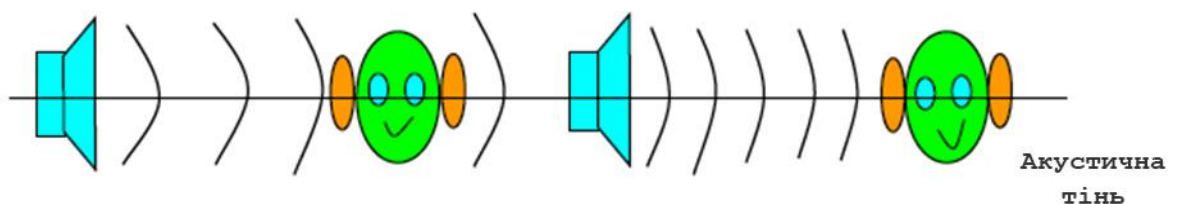


Рисунок 2.9- Створення акустичної тіні

Найбільша точність локалізації досягається при сприйнятті складних звуків і звукових імпульсів. При цьому важливим фактором є спектральний склад звуків. Так, якщо звук містить НЧ і ВЧ складові і діє під кутом 90 градусів на праве вухо, то в лівому вусі ВЧ становлять не буде через тіні голови.

Найменший відчутний кут сприйняття відхилення джерела звукових імпульсів дорівнює 3 градуси. Цю величину слід вважати бінауральною роздільною здатністю слуху для фронтального напрямку. Точність локалізації джерел звуку, розташованих зліва і справа, значно менше і становить приблизно 12 градусів.

Для тилового напрямки ця величина дорівнює близько 6 градусів. При локалізації джерел звуку параметри ΔN і Δt повністю взаємозамінні. При оцінці азимута орган слуху обмінює еквівалентну значення інтенсивності різниці $\Delta N_{ек}$ на часову різницю

$$\Delta N_{ек} = K_3 \Delta t,$$

де K_3 - коефіцієнт еквівалентності. Сумарне значення еквівалентної інтенсивності $\Delta N_{сум}$ визначається сумою

$$\Delta N_{сум} = \Delta N + K_3 \Delta t.$$

Вона є додатковим фактором для визначення азимута. Величини Δt і ΔN є не тільки лінійними функціями азимутального кута, але залежать також від частоти. Вони змінюються при переході від однієї частотної групи слуху до іншої, залишаючись приблизно постійними в межах однієї частотної групи.

На низьких частотах (нижче 500 Гц) $\Delta N \ll K_3 \Delta t$, тобто велику роль відіграє тимчасовий фактор. У діапазоні середніх частот від 500 до 5000 Гц обидва ці чинники приблизно в рівній мірі сприяють створення відчуття напрямку.

Таким чином, при оцінці азимута джерела звуку голова і вушні раковини виконують функцію просторового фільтра. Судження про величину кутового зміщення джерела звуку від медіанної площини пов'язано з оцінкою слуховий системою часових і інтенсивностних відмінностей пари бінауральних звуків.

Така оцінка здійснюється в кожній частотній групі слуху і порівнюється з завченими, придбаними в результаті досвіду зразками, які зберігаються в слуховий пам'яті. Все це і дозволяє визначити азимут.

Локалізація джерел звуку в вертикальній площині. Здатність визначати напрямок приходу звуку в вертикальній площині у людини розвинена дуже слабо і дозвіл складає всього 10 ... 15 градусів. Ця здатність пов'язана з орієнтацією і формою вух.

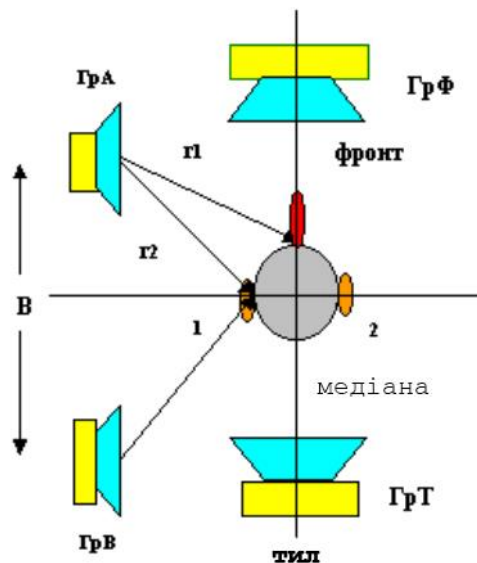


Рисунок 2.10- Частотна залежність різниці рівнів звукового тиску лівого та правого вуха при куті падіння 90 градусів

Механізм сприйняття звуку в площині фронт-тил. Коли одне джерело випромінювання (Гра або ГрВ) розташований у фронтальній площині або тилловий з азимутом j , тоді відстані поширення звуку до вух різні (r_1 і r_2). У цій ситуації в локалізації приймають обидва параметри: DN і Dt . Якщо джерело звуку розташований в медіанній площині (ГрФ або ГрТ), тоді значення DN і Dt для них практично однакові ($r_1 = r_2$) і а неможливо оцінити азимутальний кут j джерела звуку щодо медіанної площини (рис. 30). Незважаючи на це локалізація виявляється безпомилкової за рахунок додаткового спектрального аналізу бінауральної пари звуків.

Орган слуху людини має як би два різних механізму для оцінки місця розташування джерела звуку в просторі. Один з них (фронт-тил) визначає чи знаходиться джерело спереду або ззаду слухача, другий визначає напрямок на джерело звуку щодо медіанної площини (кут j). Якщо джерела звуку знаходяться в медіанній площини, то $r_1 = r_2$.

Ключовим моментом для розуміння роботи механізму фронт-тил пр. цьому є залежність, показана на рис. 31. Ця залежність є графік зміни різниці рівнів звукового тиску $DN_{\Phi T}$ на праве і ліве вуха в залежності від частоти між рівнями тисків фронтального N_{Φ} і тилового N_T гучномовців

$$\Delta N_{\Phi T} = N_{\Phi} - N_T.$$

Як видно з графіка, на одних частотних смугах $N_{\Phi} > N_T$, на інших навпаки. Для впевненої фіксації слухачем фронтального або тилового напрямки досить мати відмінність гучномовців по звуковому тиску більше 1,5 ... 2 дБ. Умови роботи фронт-тил погіршуються, якщо гучномовці знаходяться поза медіанної площини. Цей механізм взагалі не працює при $j = 90$ і 270 градусів.

Локалізація джерел звуку по глибині. Поряд з визначенням напрямку на джерело звуку слухач впевнено оцінює відстань до джерела звуку.

1. При середніх відстанях до джерела звуку 3 ... 15 м наближення видалення джерела звуку супроводжується зміною його інтенсивності. У вільному звуковому полі на НЧ збільшення відстані вдвічі супроводжується зменшенням рівня звукового тиску на 6 дБ. На слух відстань завжди визначається менше, ніж воно є. Помилка зростає зі збільшенням відстані.

2. На близьких відстанях менше 3 м на глибинну локалізацію надає вплив дифракція на вушній раковині і голові, т. е. позначається різниця рівнів широкопasmового джерела від 50 до 150 см не перевищує 15-30%

3. При великих відстанях понад 15 м починають позначатися загасання, залежне від відстані, яку проходить звуковою хвилею. При цьому ВЧ складові

загасають швидше, змінюється тембр. На поширення звуку впливає вологість повітря і напрямок вітру. Збільшення амплітуди НЧ складових спектра звуку викликає відчуття наближення джерела звуку. Штучне зменшення ВЧ складових спектра сприймається як видалення джерела звуку.

4. На відміну від азимутальної локалізації глибинна локалізація можлива при моноуральном слуханні, однак, бінауральне сприйняття істотно підвищує точність оцінки відстані. При цьому орган слуху підсвідомо оцінює величини D_t і NCP / DN , де NCP - середнє значення інтенсивностей звуків, діючих на ліве і праве вухо. При відстанях більше 10 м ці фактори не працюють.

2.3 Суб'єктивна оцінка якості звуковідтворення

Про якість звуку кінофільму судять за сумісною копії з оптичною звуковою доріжкою.

Контрольна копія служить свого роду еталоном при здачі вихідних матеріалів фільму кінокопіювальною фабрикою. Ця копія виготовляється цехом обробки плівки із змонтованих негативів зображення і негативу фонограми, отриманого в результаті електрокопіювання з магнітного оригіналу перезапису.

Копія вважається контрольною тільки тоді, коли це визнають кінооператор і звукооператор. Настає пора оцінки якості звуку в готовій кінокартині.

Кожен фільм як твір мистецтва вимагає тонкого підходу при визначенні його художніх досягнень, в тому числі і в області звуку. Але крім оцінки художнього виконання образотворча частина і звук отримують свій конкретний, суто професійний відгук операторів, звукорежисерів, кіноінженерів та інших фахівців.

Навряд чи правильно розмежовувати показники звукорежисерської або операторської роботи на технічні та художні, проте термін технічна якість

існує. В рамках цього умовного визначення можна зважити переваги різних сторін звуковий частини фільму. Наприклад, таких:

- загальне враження від звуку в фільмі: воно може бути хорошим, задовільним, поганим;
- середній рівень звучання фільму: нормально, дуже голосно, дуже тихо;
- частотна характеристика звучання фільму: нормально, надмірно низько, надмірно високо;
- ідентичність середнього рівня гучності частин фільма: при переході з частини на частину не повинно виникати необхідність в додатковому микшируванні;
- виконання звукових переходів на змінах частин: вони повинні бути плавними і не створювати різких стрибків, якщо це не продиктовано сюжетно-стильовими забарвленнями;
- чіткість і виразність реплік, їх розбірливість, тембральна характеристика різних дійових осіб;
- збіг плану звучань з розміром зображення на екрані дійових осіб або інших джерел звуку, відповідність акустичної атмосфери зорового образу;
- монтажне стикування фонограм в межах епізоду, сцени: фонограми, складені з окремо знятих уривків, повинні створювати враження безперервної дії, мова повинна звучати плавно, без стрибків на монтажних стиках, іншими словами так, ніби дія перед кіноапаратом не припинялося;
- виконання звукового зв'язку між сценами і епізодами: за винятком навмисних контрастів вони повинні бути плавними і не дратувати слух;
- якість звукозапису музики: прозорість звучань, ясність і природність тембрів, рівновагу між групами інструментів, сприятливе поєднання сольних

виконавців і акомпанементу або вони заважають один одному , акустичний ефект;

- шумове оформлення: воно може бути грубим або викинано тонко, одноманітним або різноманітним і оригінальним;
- використання цікавих акустичних ефектів: реверберація, відлуння, своєрідні звукові ефекти натурних об'єктів;
- застосування спеціальних звукових ефектів: трансформація, транспонування і ін .;
- локалізація звуків: тонко і точно виконана, діє дратівливо, яка не відповідає композиційному розташуванню зображуваних джерел звуку;
- оригінальне використання можливостей стереофонії: в репліках, в музиці, в шумах;
- рівновагу між різними компонентами звуку: сприятливі або ж настірливі і заважають один одному реплікі, музика, шуми;
- мікшування: може бути плавним, тонким, або проявлятися як грубе втручання. Може бути хрипким, без сміливих, виразних акцентів або, навпаки, сміливим, конкретним [10].

Висновки до розділу

Чисті тони високих частот (понад 8 кГц) майже не піддаються локалізації. Також слабо виражена здатність локалізації на частотах нижче 300 Гц. На частотах менше 150 Гц локалізація відсутня взагалі. На цій підставі не важливо, де розміщувати НЧ акустичні системи при стерео звучанні

Найбільша точність локалізації досягається при сприйнятті складних звуків і звукових імпульсів. При цьому важливим фактором є спектральний склад звуків. Так, якщо звук містить НЧ і ВЧ складові і діє під кутом 90 градусів на праве вухо, то в лівому вусі ВЧ становлять не буде через тіні голови.

Також бажану використання цікавих акустичних ефектів: реверберація, відлуння, своєрідні звукові ефекти натурних об'єктів. Застосування спеціальних звукових ефектів: трансформація, транспонування і ін

3 БАГАТОКАНАЛЬНІ СИСТЕМ ЗВУКОВІДТВОРЕННЯ

3.1 Загальні відомості про системи звуковідтворення

Системи звуковідтворення – це комплекс технічних засобів, призначених для передачі, перетворення, відтворення акустичних сигналів за умови забезпечення заданих рівнів гучності на площадці, що озвучується.

Системи складаються із джерел акустичних сигналів, мікшерних пультів і комутаторів, пристроїв обробки сигналів, звукових процесорів, підсилювачів потужності, гучномовців або акустичних систем.

Системи озвучення використовуються тоді, коли потужність первинних джерел звуку недостатня для створення необхідного рівня гучності в зоні, що обслуговується.

Озвученням називається гучномовне відтворення акустичних сигналів: мовлення, звукозапису, інформаційних повідомлень у заданих місцях розташування слухачів у приміщенні або на відкритому повітрі.

За принципом розміщення гучномовців розрізняють наступні системи озвучення і звукопідсилення: зосереджені (централізовані), зональні (децентралізовані), загальнозональні, розподілені і комбіновані .

У сучасних кінотеатральних залах використовуються багатоканальні стереофонічні системи, головними каналами якої є гучномовці лівого та правого фронтальних каналів, що розташовані за екраном. Звуковідтворення звукового супроводу кінофільму цими гучномовцями є зосередженим, а систему озвучення вважають зосередженою. При цьому забезпечується максимальна локалізація джерела звуку і збіг звукового образу із зображенням на екрані.

У зосередженій системі звук випромінюється одним або декількома гучномовцями, розташованими в одному місці або на невеликій відстані один від одного. Таке розміщення гучномовців дозволяє легко локалізувати джерело звуку. Проте забезпечити рівномірну чутність в достатньо великій зоні слухання при зосередженій системі неможливо.

Системи озвучення, як будь-які електроакустичні системи, повинні задовольняти загальноприйнятим вимогам щодо смуги ефективно відтворюваних частот, нерівномірності частотної характеристики, лінійних і нелінійних спотворень, рівню власних шумів і ін. Окрім перерахованих пред'являється ще ряд специфічних вимог. До них, в першу чергу, відносяться забезпечення максимального (L_{\max}) і мінімального (L_{\min}) рівнів звукового поля, що створюються системою на озвучуваній поверхні з нерівномірністю менше припустимої, локалізація вторинного джерела звуку.

Під озвучуваною поверхнею розуміють поверхню на рівні голів слухачів. Для слухачів, що сидять ця поверхня знаходиться на висоті 1...1,5 м від підлоги, а для тих, що стоять на 1,5...2 м від поверхні, на якій вони стоять.

Основні вимоги до систем озвучення в кінотеатрах:

1. Мінімальний рівень звуковідтворення повинен бути 50 - 75 дБ і перевищувати рівень шуму не менше, ніж на 10 дБ;
2. Максимальний рівень повинен бути близьким до 85-105 дБ, тобто динамічний діапазон може коливатися в межах 25-40 дБ;
3. Зміна рівня сигналу (нерівномірність) в межах зони глядацьких місць не повинна перевищувати 8 дБ;
4. Частотний діапазон (для передач мовного і музичного типу сигналів) повинен бути від 50 до 12 000 Гц;
5. Гучномовці в залі варто розміщувати так, щоб підсилений сигнал приходив до слухачів з напрямку, який збігає з напрямком на первинне джерело звуку;
6. Частотні і нелінійні спотворення повинні відповідати нормам для відповідного класу передачі.

Системи формату моно – це системи які передбачають або один динамік, або кілька динаміків, приєднаних до загального джерела сигналу, тобто лише один канал звуковідтворення .

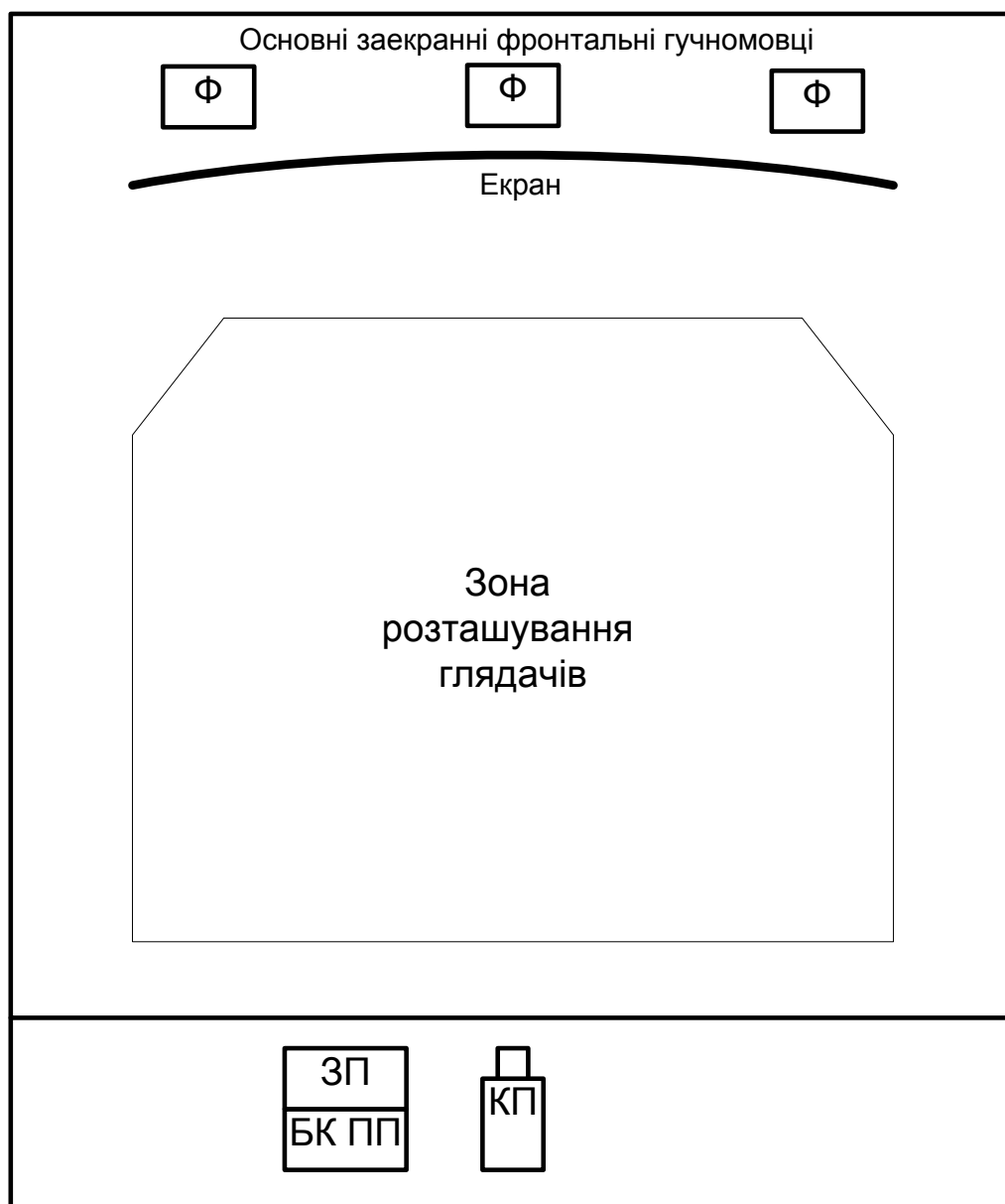


Рисунок 3.1 – Схема одноканального звуковідтворення

Системи формату моно вважаються застарілими. Сигнал передається по одному каналу, наприклад як на схемі на три фронтальні гучномовці. У таких системах відсутні низькочастотні канали та каналу просторового звуку. Тому такі системи використовуються під час показу кінофільмів у яких низькочастотний канал та канали просторового звуку не є такими важливими. Інформацію яку треба донести можна передати лише через фронтальні колонки з широким частотним діапазоном.

Системи формату stereo – це системи які відтворюють звуку із використанням двох або більше незалежних звукових каналів, завдяки цьому можна досягти ефекту, наче звук іде з різних напрямків. Це відрізняє стереофонічний звук від монофонічного, який використовує лише один звуковий канал.

В основі стерефонії лежить здатність людини визначати розташування джерела звука за різницею фаз звукових коливань між вухами, що досягається через обмеженість швидкості звуку.

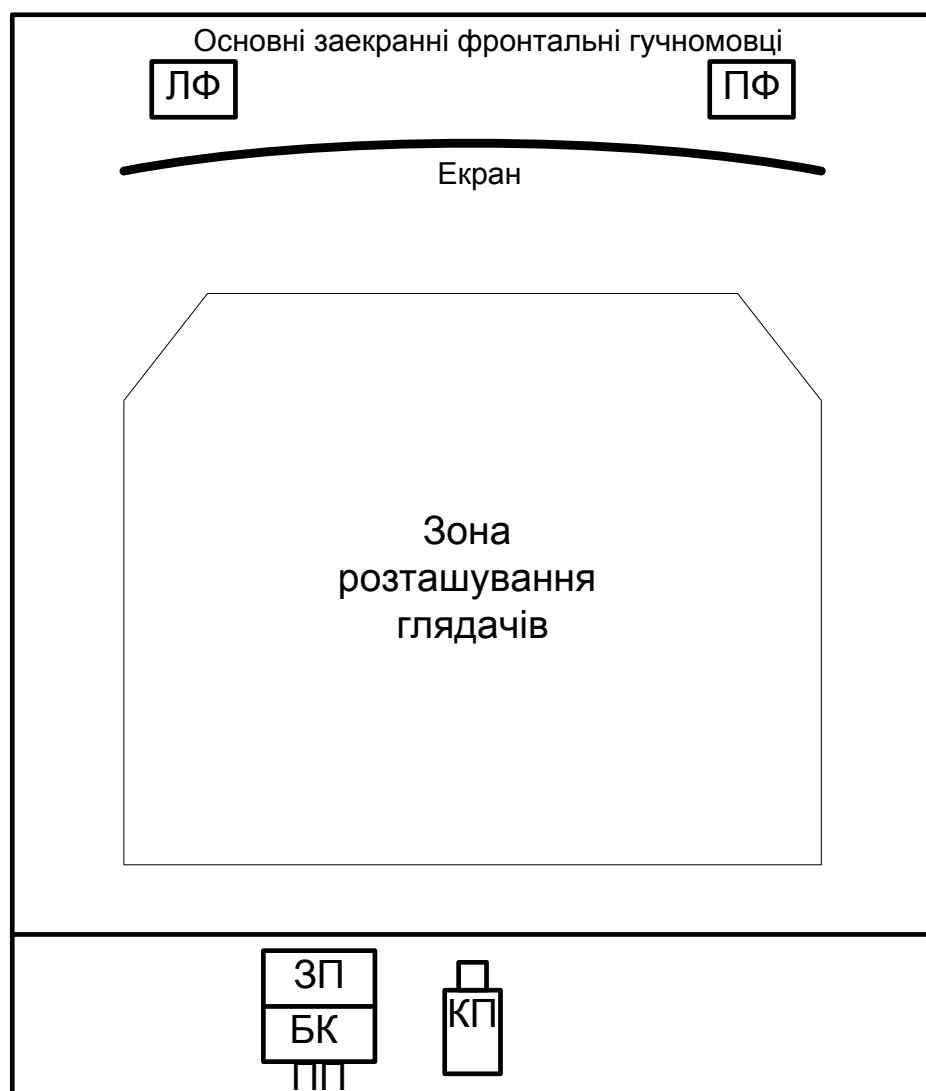


Рисунок 3.2- Схема двоканального звуковідтворення (лівий та правий канал)

Наявність другого каналу надає більше можливостей для звуковідтворення.

По-перше з'являється можливість розділити звук на два незалежні канали, наприклад на лівий та правий канал. Це дає можливість надати ефекту об'ємного звучання. Так як показано рисунку 2.2. Також ця система називається 2.0.

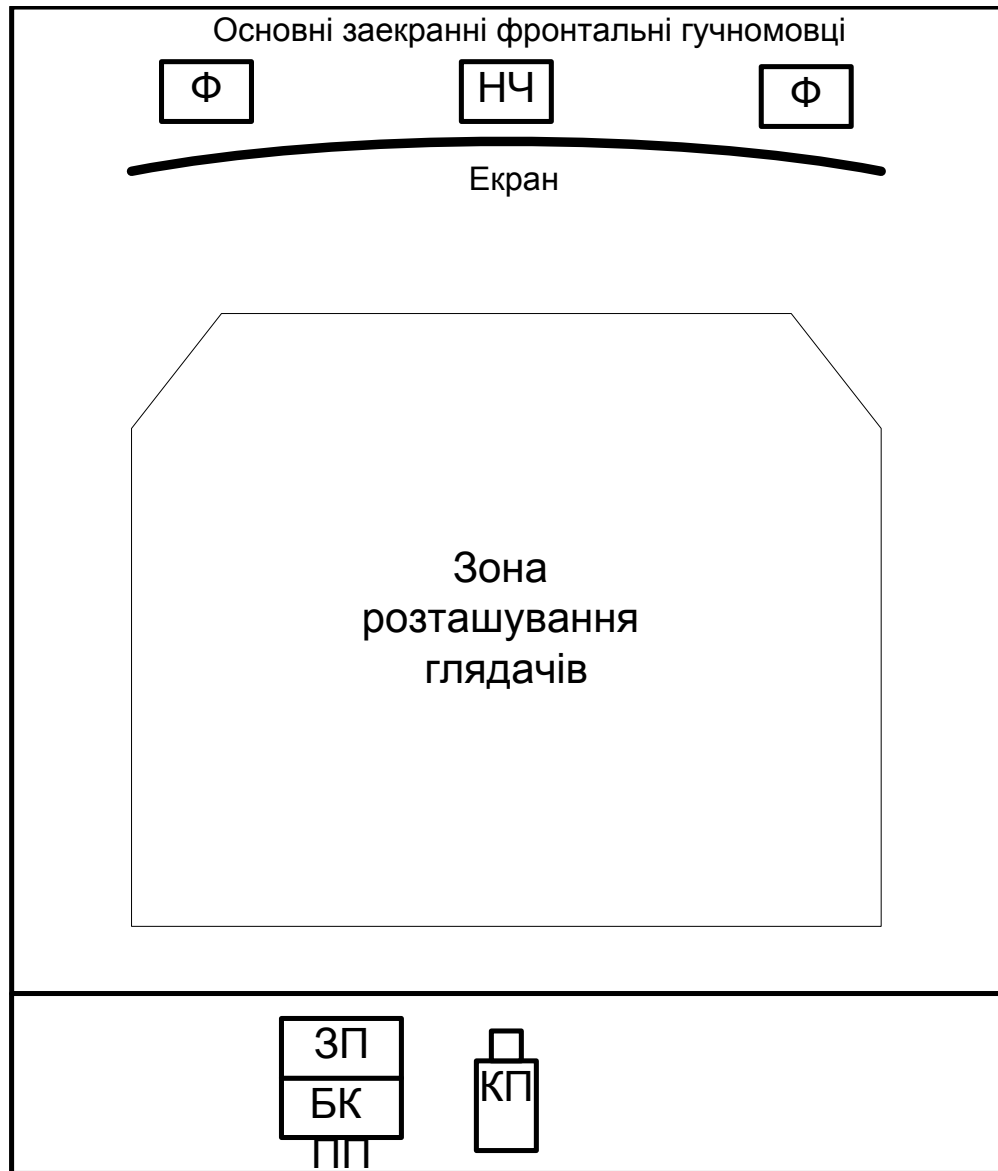


Рисунок 3.3 – Стерефонічна система формату 1.1 (один фронтальний канал та один низькочастотний)

Також при використанні двох каналів звуковідтворення можна залучити низькочастотний канал для відтворення ефектів вибуху та інші ефекти, які потребують використання низькочастотного каналу. Але такі системи не є дуже ефективними і вони використовуються дуже рідко.

Більш широкого вжитку зазнали системи у яких використовуються три канали відтворення, тому що такі системи дають більше можливостей для створення об'ємного звучання. А саме фронтальні канали можна розділити на лівий та правий, для відтворення різних звуків, наприклад для відтворення мови людини яка у кадрі розташована праворуч, або праворуч. Та додатковий низькочастотний канал для відтворення ефектів на низьких частотах.



Рисунок 3.4 - Схема трьох каналного звуковідтворення 2.1 (лівий, правий та низькочастотний канали)

Квадрофонія - різновид стереофонії, в якій використовуються 4 незалежних канали. На відміну від двоканального стерео звуку, що утворює панораму перед слухачем, квадразвук призначений оточити слухача з 4 сторін і створити відчуття його присутності «усередині звуку». Квадродінаміки, як і мікрофони, мають у своєму розпорядженні по кутах кімнати, але можливі й інші розташування, наприклад по центру стін. Квадро мало обмежений успіх в 60-80-х годах минулого століття, але комерційно не відбулися насамперед через вартість апаратури, а також, як наслідок, малого попиту на багатоканальні носії звуку. Сьогодні інтерес до квадро відроджується, завдяки поширеності форматів багатоканального звуку (5.1).

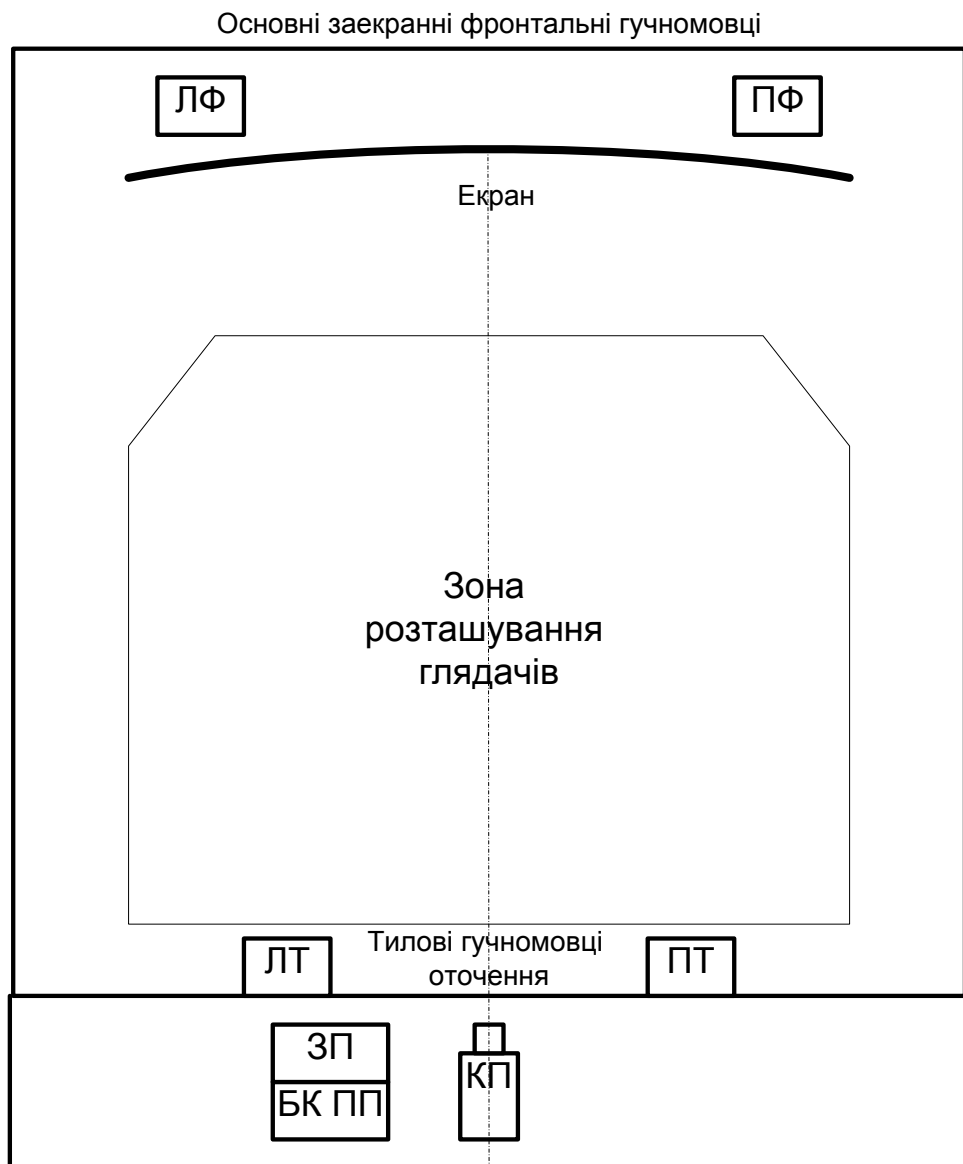


Рисунок 3.5- Схема чотирьох каналного звуковідтворення 4.0
(фронтальний лівий, фронтальний правий, тиловий лівий та тиловий правий канал)

Основними перевагами системи с чотирма каналами є те, що звук можна розділити на чотири колонки, які будуть стояти у по кутам зали, тип самим робити ефект присутності глядачів «усередині звуку»

Але використання чотирьох каналів надає ще більше можливостей для звуковідтворення, а саме ще дає можливість долучити канали просторового звуку, для створення додаткових ефектів об'ємного звучання. Так наприклад звук можна розділити на фронтальний лівий, фронтальний правий, низькочастотний та просторові канали (наприклад для відтворення зливи тощо)

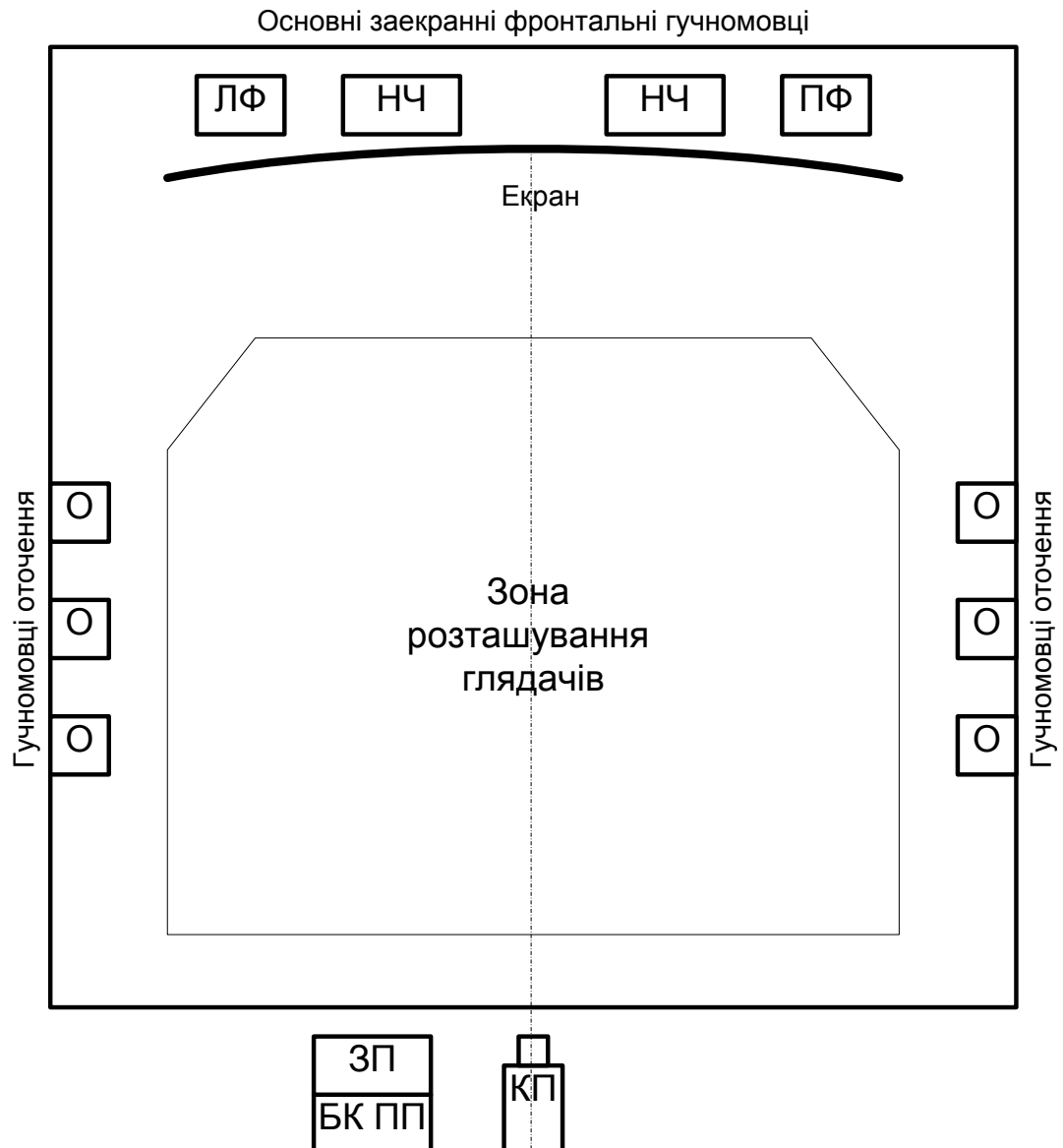


Рисунок 3.6 – Схема чотирьох каналного звуковідтворення 3.1
(фронтальний лівий, фронтальний правий низькочастотний та просторовий канал)

У наш час найбільш популярними стали системи у яких використовуються звук формату 5.1. У системах такого формату звук передається на два фронтальні та тиллові канали, для відтворення основного звуку у стерео, один низькочастотний канал для ефектів на низьких частотах, один центральний канал для більш чіткої передачі мови людини, та два канали, лівий та правий, просторового звучання для просторових ефектів.

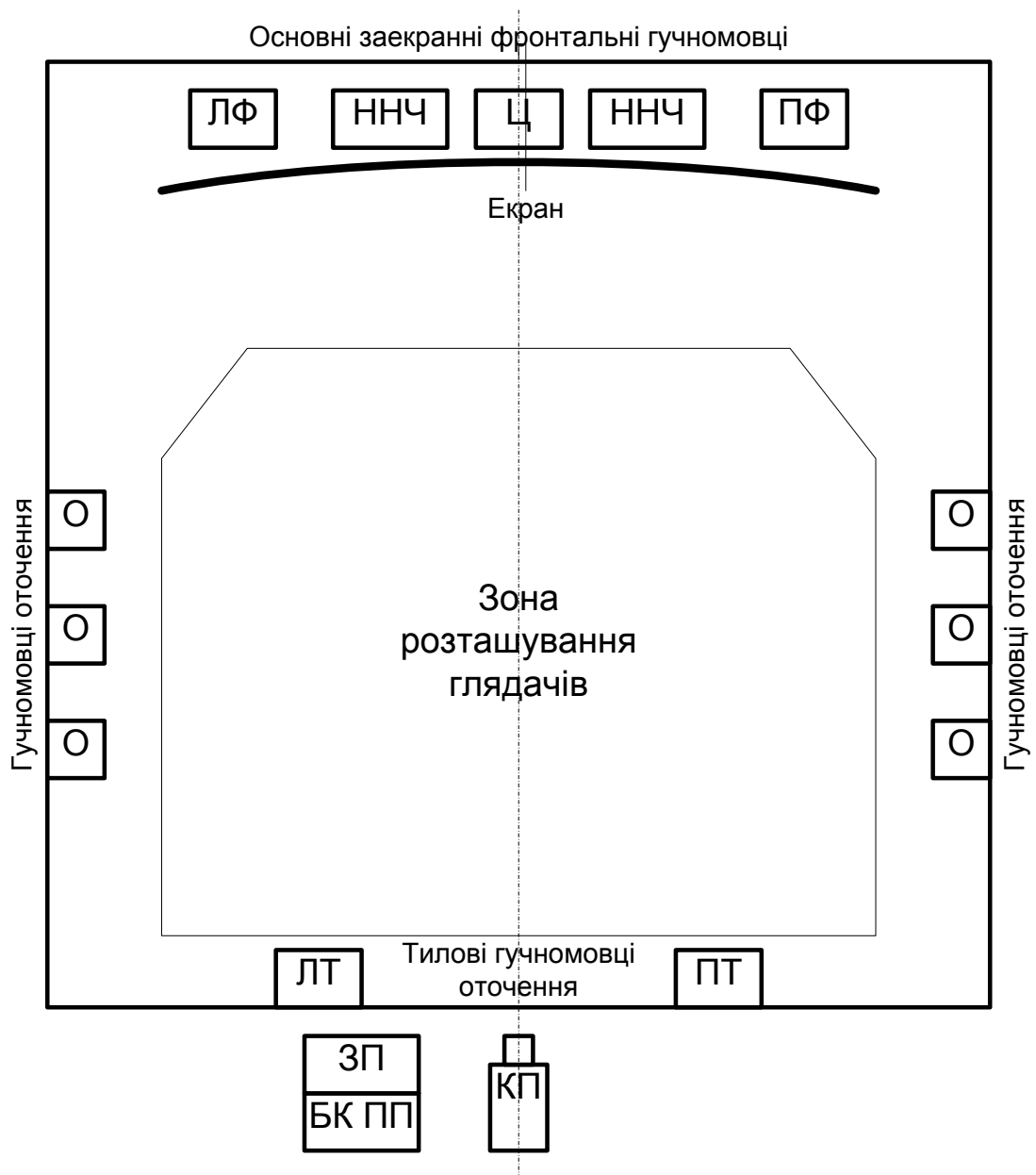


Рисунок 3.7 – Шестиканальна система звуковідтворення 5.1

3.2 Сучасні системи багатоканального звуковідтворення

Розвиток цифрових технологій і їх застосування в кінематографі для звукозапису дозволило суттєво підвищити якість звуковідтворення, особливо в сфері шумозаглушення і розширення динамічного діапазону. Нові технологічні можливості викликали поява на початку 1990-х років відразу декількох нових цифрових звукових кіноформатів: Cinema Digital Sound (CDS), Dolby Stereo Digital, Sony Dynamic Digital Sound (SDDS) і Digital Theater Systems (DTS). Всі нові системи замислювалися і створювалися для відтворення багатоканального просторового звучання в залі для глядачів з метою імітації реального звукового поля для збільшення ефекту «присутності» у глядачів

Першим цифровим форматом для кіно був розроблений «Optical Radiation Corporation» спільно з «Eastman Kodak» формат Cinema Digital Sound (CDS), представлений в 1990 р У цьому форматі звуковий сигнал записувався оптичним шляхом у вигляді пікселів дуже малого розміру на кіноплівці, спеціально розробленої для цього «Eastman Kodak». Завдяки високій роздільній здатності нової плівки на місці звичайної звукової доріжки вдалося розмістити цифрову 6-канальну (5.1) фонограму (рис. 6). У форматі CDS звук записується без стиснення, а для зменшення обсягу даних, замість звичайної 16-бітної імпульсно-кодової модуляції (PCM) з лінійною шкалою використовується спеціальна, що враховує особливості слухового сприйняття людини, 12-бітна логарифмічна шкала. Це дозволило забезпечити чудове звуковідтворення з динамічним діапазоном 90 дБ. для підвищення надійності CDS була оснащена схемою виявлення та корекції помилок.

Новий цифровий формат продемонстрував бездоганну на той час якість звуку на кіноплівці. «Optical Radiation Corporation» в форматі CDS вперше реалізувала в кіно цифрове багатоканальне звуковідтворення з незалежними роздільними широкодіапазонними звуковими каналами і вперше представила технологію звуковідтворення за схемою 5.1, яка зараз популярна в різних системах показу. За екраном розміщуються гучномовці трьох повно

діапазонних фронтальних каналів: лівий, центральний і правий. У залі встановлюються гучномовці двох повно діапазонних каналів об'ємного звуку. окремо виділений канал наднизьких частот. Новий формат з незалежними роздільними каналами не тільки покращив якість відтворення звуку, але і дозволив зняти обмеження, викликані і накладаються матрично кодуванням при створенні і мікшуванні фонограм в аналогових форматах Dolby, що дозволило розширити художні і творчі можливості під час запису звуку до фільмів. Однак, незважаючи на всі незаперечні переваги нового формату, в ньому було зроблено всього кілька фільмів, основною причиною чого стала технологічна несумісність з вже існуючими звуковими кіноформатами. Цифрова оптична звукова доріжка формату CDS розкладалася на 35-мм фільмокопії замість аналогової доріжки фотофонограмми на тому ж самому місці, що не давало можливості використання звичайної аналогової доріжки в якості резервної в разі збою при відтворенні цифрової фонограми (як в більш пізніх цифрових форматах), а також вимагало виготовлення додаткових прокатних фільмокопій для показу тільки в цифрових кінотеатрах з відповідними додатковими організаційними і фінансовими витратами.[8]

В даний час в основному будуються широкоекранні і панорамні кінотеатри. Сприйняття фільму в них в значній мірі підсилюється завдяки багатоканальній системі стереофонічного звуковідтворення, яка дозволяє не тільки підсилити ефект участі глядача, але і підвищити якість звучання мови або музики. У широкоекранному кінотеатрі за екраном розташовуються п'ять груп гучномовців, які представляють собою самостійні стереофонічні канали. У залі розташована ще одна група, яка служить для відтворювання звукових ефектів. У глядацьких залах, призначених для демонстрації панорамних або широкоформатних фільмів, використовується дев'ятиканальна система звуковідтворення. П'ять каналів поєднують п'ять груп гучномовців, розташованих за екраном на рівних відстанях один від одного. Інші канали відтворюються групами гучномовців, що розміщені на бокових і задніх стінах і стелі залу. Ці канали можуть відтворювати як стереофонічне звучання в залі,

так і звуковий супровід ефекту переміщення по залі.

Існує кілька типів систем звуковідтворення в кінотеатрі. Кожна із систем формує визначений звуковий образ зображенню на екрані, викликаючи у глядача безліч простих відчуттів.

Сучасні кінотеатри, як правило, обладнуються тими або іншими багатоканальними звуковими системами відтворення фонограми кінофільму, серед яких системи, що розроблені фірмою Dolby Laboratories Inc., системи SDDS, DTS та інші.

Всі основні звукові системи відтворення фонограм кінофільмів розрізняються в основному по трьох позиціях: тип носія фонограми (кіноплівка, диск); метод запису фонограми (аналоговий або цифровий); кількість каналів звуку і розташування гучномовців в залі. Безпосередньо для глядацької зали кінотеатру, в першу чергу, враховується кількість каналів звуковідтворення, розташування та функціональне призначення гучномовців озвучення.

У більшості випадків система звуковідтворення у глядацькій залі кінотеатру є стереофонічною багатоканальною системою, що включає фронтальні гучномовці та гучномовці оточення, до яких входять і тиллові гучномовці. Фронтальні гучномовці відтворюють стереофонічний сигнал за допомогою трьох каналів - лівого, центрального і правого фронтальних (ЛФ, Ц, ПФ). Гучномовці оточення відтворюють просторові (ефектні) сигнали лівого і правого каналів стереосигналу бічного звуку (оточення - ЛО, ПО), а також тиллові сигнали каналів ЛТ і ПТ.

Кількість каналів і кількість гучномовців у каналах визначається розмірами приміщення, необхідною нерівномірністю озвучення й необхідною потужністю звуковідтворення.

Фронтальні гучномовці розміщуються за екраном, а просторові – рівномірно на бічних та тилловій стінах кінозали.

Заекранні фронтальні гучномовці забезпечують високий рівень звукового тиску, ясність відтворення музичного матеріалу, розбірливість мови, чистоту і багатство спецефектів і повний частотний діапазон. Просторові гучномовці

створюють ефект присутності у події, що відбувається на екрані.

Сучасні системи Dolby базуються на шестиканальних і семиканальних фонограмах (рис.4.1) . Лівий, центральний і правий фронтальні (ЛФ, Ц, ПФ) канали дозволяють точно визначити позицію джерела звуку на екрані. Гучномовці оточення та тиллові гучномовці (О, ЛТ, ПТ) створюють звукові ефекти й просторовість звучання, підкреслюючи ефект присутності глядача у кіноподії.

Створення багатоканального звучання формує звуковий процесор (ЗП) та багатоканальний підсилювач потужності (БК ПП).

Dolby Laboratories Inc. розроблено такі системи звуковідтворення: Dolby Stereo, Dolby Digital, Dolby Stereo Digital, Dolby Stereo Digital Surround EX та інші.

Dolby Stereo – стереофонічна система, що розроблена компанією Dolby Laboratories на початку 70-х років, має стереофонічний канал та канал просторового звуку, що синтезується з основної стереофонограми. Застосовується і в даний час. Повністю аналогова система. Зчитування фонограми здійснюється аналоговим рідером, що встановлюється замість звичайної монофонічної зчитувальної системи кінопроектора. Фонограма Dolby Stereo розташована на місці звичайної моно-фонограми кінофільму. Система Dolby Stereo є складовою частиною Dolby Stereo Digital. В даний час Dolby Laboratories пропонує широкий вибір пристроїв для модернізації систем Dolby Stereo до Dolby Stereo Digital.

Dolby Digital - цифровий формат, спочатку розроблений для плівкового кінематографу. Блоки цифрових даних являють собою фотографічну фонограму у вигляді безлічі невеликих темних і прозорих крапок, розташованих між перфорацією. Система має 6 каналів цифрового звуку. Завдяки цифровій формі представлення сигналу досягається чіткіша локалізація звукових образів.

Dolby Stereo Digital - одна з найбільш сучасних систем багатоканального відтворення фонограм кінофільмів, розроблена в 1992 р. Зчитування фонограми проводиться спеціальним цифровим рідером (зчитувачем) з кіноплівки (звукова

інформація розташована між перфорацією кіноплівки). У системі застосовується цифрове кодування фонограми AC-3, яке дозволяє усунути вплив потертості плівки, забезпечує точне декодування сигналу і якісне перетворення в аналоговий сигнал, який поступає на підсилювачі і далі на гучномовці зали. Dolby Stereo Digital - система 6-ти каналного відтворення фонограми кінофільму. Три гучномовці розташовані за екраном (Центральний, Лівий і Правий), два ланцюжки по декілька гучномовців розташовані з боків і ззаду (по лівій і правій сторонах) - це гучномовці "оточення" - Surround, і один гучномовець (або декілька) розташований за екраном для відтворення наднизьких частот.

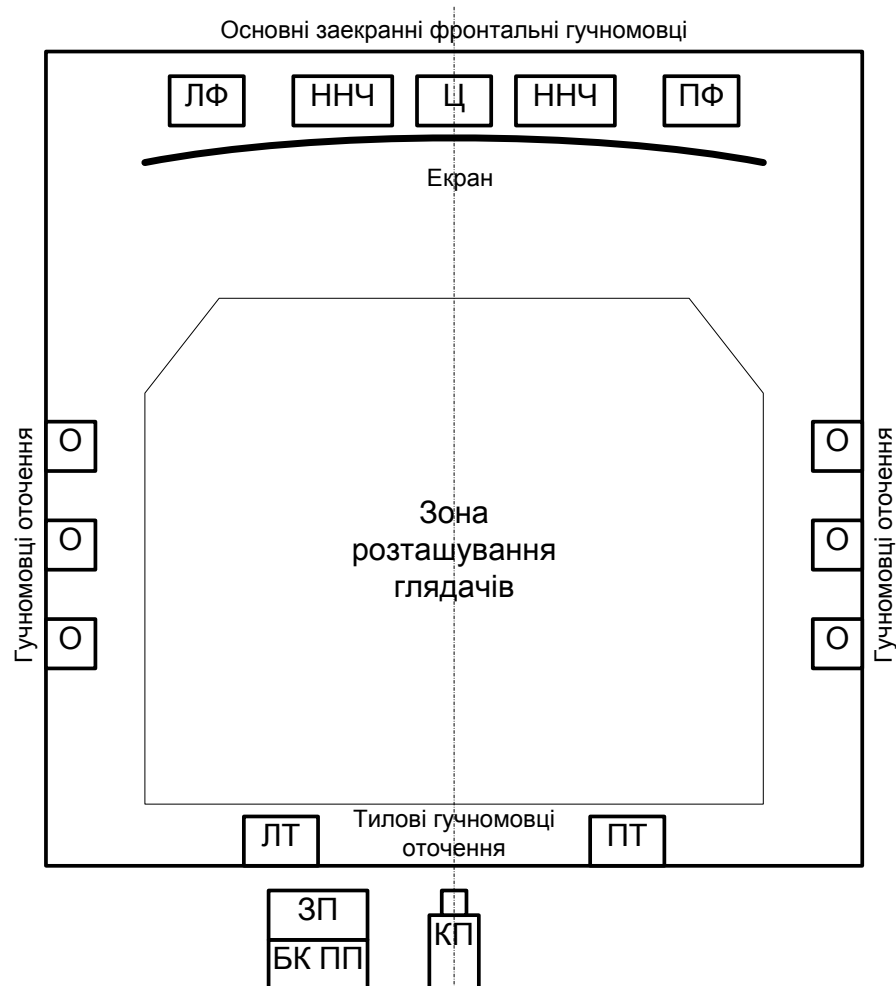


Рисунок 3.8 - Звукопідсилювальний комплекс кінотеатру
ЗП – звуковий процесор; КП – кінопроектор; БК ПП – багатоканальний підсилювач потужності; О – гучномовці оточення

Лабораторія Dolby і компанія Lucasfilm THX 1999 р розробили нову

цифрову технологію запису і відтворення каналів навколишнього звуку - Surround EX. Поява цього формату було викликано численними запитами кіновиробництва, яке прагне вийти за рамки обмежень технології Dolby Digital (цифровий формат 5.1). Початок був покладений запитом студії Skywalker Lucas Digital Ltd. при підготовці фонограми фільму "Зоряні війни: епізод 1. Прихована загроза".

Формат Dolby Digital Surround не змінився з 1992 р Два каналу об'ємного звуку не могли передати всі ефекти, задумані в фільмі, і глядачі на бічних місцях виявлялися в не вигідному становищі. Щоб реалізувати творчу фантазію авторів, потрібні були ефекти прольоту звуку над головами глядачів від екрану до задньої стіни кінозалу і навпаки. Акустичні експерименти показали, що при виділенні заднього каналу оточення ефект значно посилюється, а якість звуку вирівнюється по всій площі кінозалу.

Саме формат Dolby Digital Surround EX дозволяє додати третій канал просторового звучання до цифрового звукового супроводу фільму і піднімає роботу звукорежисера на більш високий рівень творчої свободи.

Центральний канал звуку необхідний для точного позиціонування звуків для всіх глядачів, навіть тих, хто сидить збоку. Dolby Digital-Surround EX забезпечує таке ж точне позиціонування для об'ємного звуку. Центральний канал об'ємного звуку відтворюється цілою низкою динаміків, що знаходяться позаду глядача, в той час, як лівий і правий канали відтворюються динаміками, що знаходяться з боків (рисунок 4.2). Таким чином, звук отримує справжню об'ємність, додаючи такі нові приголомшливі ефекти, як сцени з 360° позиціонуванням звуку.[6]

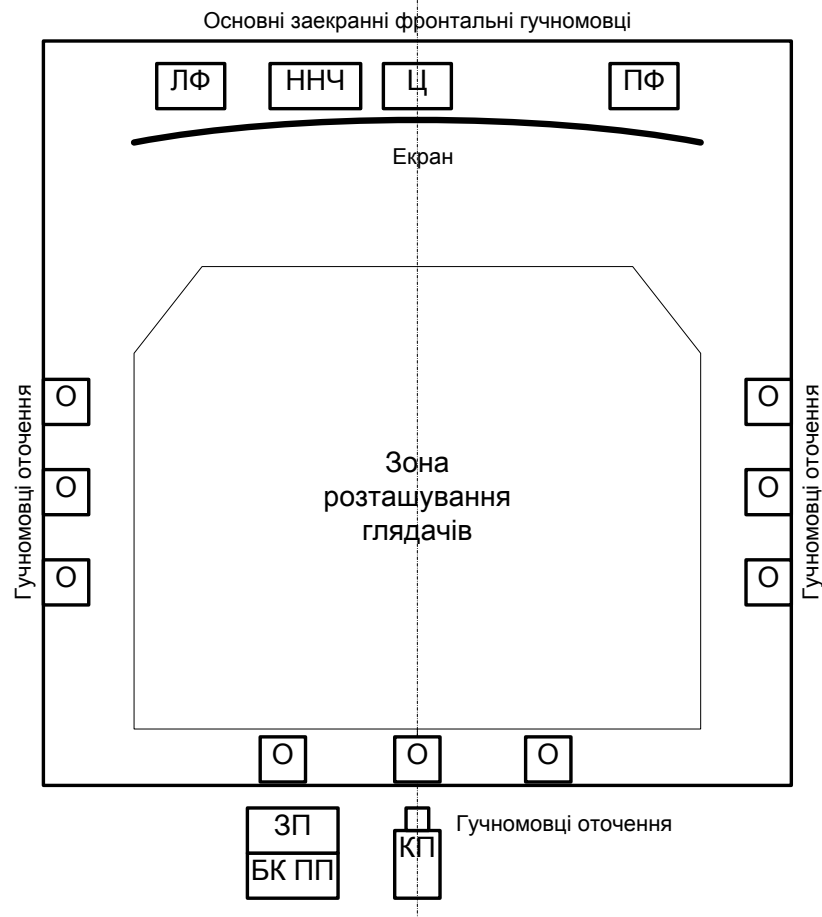


Рисунок 3.9- Схема формату Dolby Digital Surround EX

Центральний канал об'ємного звуку також робить набагато більш реалістичними переходи звуку спереду назад і ззаду вперед. Різні прольоти над головою глядача стають більш реальними і звук проходить дійсно зверху, а не збоку, як при старій системі. Відтворення об'ємного звуку також поліпшується і стає менш залежним від розмірів кінотеатру. Новий канал об'ємного звуку гарантує, що навіть глядачі, які сидять далеко від центру залу зліва чи справа, будуть в повній мірі відчувати об'ємний звук і ту атмосферу, яку намагалися передати творці фільму.

Кодер Dolby Digital здатний обробити вхідний сигнал, принаймні, 20-ти розрядним динамічним цифровим сигналом з діапазоном частот від 20 до 20000 Гц $\pm 0,5$ дБ. Низькочастотний канал покриває діапазон від 20 до 120 Гц $\pm 0,5$ дБ. Підтримуються частота дискретизації 32; 44,1 і 48 кГц. Швидкість вихідного потоку даних може варіюватися від мінімуму у 32 кбіт/сек для одного монофонічного каналу, до максимуму в 640 кбіт/сек, задовольняючи всьому

можливому діапазону вимог. Типовими є швидкості в 384 кбіт/сек для "5.1" каналного Dolby Digital споживчого формату, і 192 кбіт/сек для двоканальної передачі звуку.

Принципова відмінність Auro-3D від існуючих на той момент форматів Dolby Surround EX і DTS полягало в тому, що крім традиційних каналів 7.1, розташованих, за великим рахунком, в одній площині, Wilfried von Baelen запропонував використовувати третій вимір - тобто розмістити акустичні системи не просто навколо слухача, але і зверху, другим «шаром», під кутом в 30 градусів до фронтальним акустичних систем та каналів об'ємного звучання. Подальше вдосконалення формату призвело до появи ще одного "шару" - самого верхнього, який назвали символічно - voice of god (глас божий) і розмістили над головами слухачів, закінчивши перетворення площини в півсферу. Максимальна кількість каналів (не варто плутати з кількістю акустичних систем) при цьому досягло 13.1, тобто фактично стало в два рази більше ніж оригінальні 7.1 і 6.1, які використовуються, наприклад, в більшості кінотеатрів на території України в даний момент. Впровадження верхніх каналів дозволило більш точно передати ряд подій в звуковій доріжці фільму, таких як прольоти об'єктів над глядачами (шум вертольота або реактивного винищувача), вражаючі атмосферні ефекти (завивання вітру, гуркіт грому, звук дощу) і т.д.

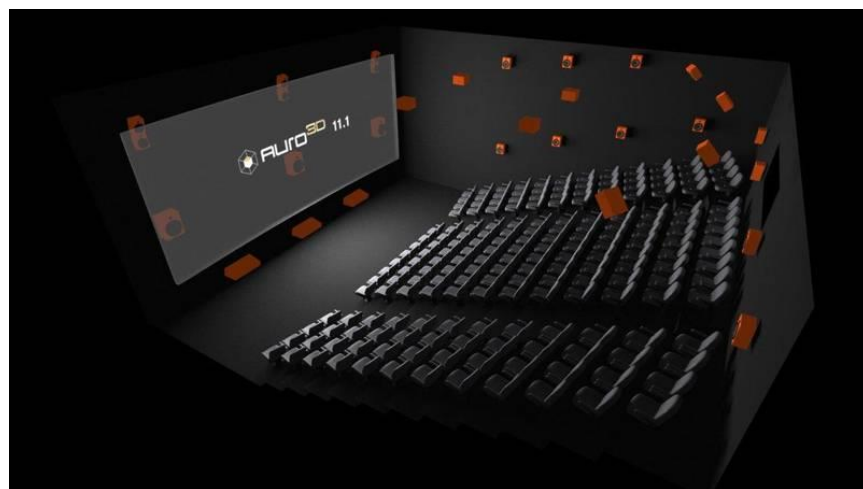


Рисунок 3.10- Розташування гучномовців у системі Auro 3D



Рисунок 3.11 -Розташування гучномовців оточення у системі Aura 3D

Aura 3D працює з наступними звуковими каналами: Центральний канал, лівий канал, правий канал, лівий канал оточення, правий канал оточення, задній лівий канал оточення, задній правий канал оточення, низькочастотний канал, центральний верхній канал, лівий верхній канал, правий верхній канал, лівий верхній канал оточення, правий верхній канал оточення, задній лівий, верхній канал оточення, задній правий верхній канал оточення, верхній звуковий канал («голос Бога»).

Aura 3D на 100% сумісна з існуючими звуковими стандартами (7.1 і 5.1). Це позбавляє власників кінотеатрів від зайвих витрат на придбання додаткових звукових процесорів для існуючих звукових стандартів. Тобто, встановивши AURO 3D зовсім не обов'язково купувати процесор DOLBY, DATASAT і інші. Якщо фільм записаний в форматі 7.1 або 5.1, то процесор AURO 3D розподілить звук по «традиційним» заекранний і сурраунд-каналах звучання.

Систему AURO 3D можливо встановлювати як в існуючі кінозали, так і в нові. У кінозалах, де аудіоапаратура для відтворення звуку в форматі 7.1 або 5.1 вже встановлена, заміна на нову звукову систему не обов'язкова.

На даний момент комплект AURO 3D складається з двох частин: звукового процесора BARCO AP20 і блоку обробки і декодування інформації AURO 3D BETA Decoder. Обидва цих компонента в недалекому майбутньому

(восени 2012 року) будуть інтегровані в процесор наступного покоління BARCO AP24. [10]

3.3 Найновітніша розробка у сфері surround sound Dolby Atmos

Dolby Atmos® - новий формат, розроблений Dolby Laboratories у 2012 році, як формат, який посилює суб'єктивне сприйняття звукового супроводу фільму до максимально реалістичного рівня за рахунок багаторівневого просторового звуку з поділом на різні аудіо об'єкти (в подачі Dolby Labs - об'єктно-орієнтоване уявлення звуків). Вперше новий стандарт 3D-звучання став повністю відповідати своїй назві - система Dolby Atmos гранично точно позиціонує джерело звуку по сферичній площині, в тому числі, зверху.

Спочатку концепція Dolby Atmos® формувалася для кінозалів великих кінотеатрів і ґрунтувалася на тому, що в реальності людина сприймає різні звуки з різних рівнів в просторі - літака або гуркоту грому зверху, співу птахів з рівня над головою, шуму автомобілів або розмовної мови - в площині органів слуху і т.д. Тому система передбачає відтворення звуків різних аудіо об'єктів (мова, постріл, грім, літак, автомобіль та ін.) у навколишньому просторі кінотеатру з різних просторових рівнів, завдяки додатковій стельовій акустиці і/або першим відбиттям від стелі орієнтованих вгору динаміків, а також фільтрації частот певного спектру. Для її повноцінної роботи встановлюються 64 гучномовця по всій глядацькій залу, в тому числі, над глядачами (рис. 4.1).

Dolby Atmos відходить від звичних «каналів» і представляє звукову доріжку фільму як окремі об'єкти - звукових файлів, супроводжувані службовими даними про їх переміщенні в тривимірному просторі, в якомусь віртуальному обсязі - кубі з системою координат. Принцип системи заснований на тому, що цей куб може бути розтягнутий до будь-яких розмірів залу незалежно від пропорцій. Таким чином, незалежно від розміру приміщення, панорамування звукових об'єктів буде відтворено в точності так, як це задумав звукорежисер.

Об'єкти можуть бути статичні (наприклад, фонова музика) і динамічні (рухомі об'єкти на зразок автомобіля, вертольота, що летить кулі або пересувається в просторі персонажа). Технологія підтримує до 128 незалежних каналів / об'єктів і прорахунок до 64 звукових потоків, роблячи можливу кількість колонок в залі близьким до нескінченного. При цьому один раз створена аудіодоріжка може бути оптимізована під будь-які типи відтворення, уникаючи необхідності створення декількох майстер-образів. Дистрибуція здійснюється за допомогою єдиного пакету Digital Cinema Package (DCP), який при відтворенні буде прорахований з урахуванням кількості каналів і розташування динаміків в залі.

За словами фахівців Dolby, повне переоснащення залів не потрібно - Atmos можна надбудувати до вже існуючої системи, купивши невелика кількість обладнання. Першим апгрейдом повинні стати стельові колонки, розташовані в паралелі з задніми динаміками і додаткові сабвуфери. Кількість динаміків можна збільшувати поступово - система сама буде визначати додаткові елементи.

Але обладнати кінотеатри - це тільки половина завдання, для успішного використання технології необхідно заручитися підтримкою кіностудій, звукорежисерів і дистриб'юторів, готових використовувати нові можливості аудіо для вирішення своїх творчих завдань.

Для відтворення формату необхідно мати рендерер об'єктно-орієнтованого звуку і звукову систему, яка забезпечить потрібну покриття залу. Рендерер знаходиться в кінопроцесорі CP850. Отримуючи з DCP синхросигнал він знає, що в пакеті є звук в форматі Dolby Atmos, і, використовуючи звукові дані Atmos, «збирає» фонограму, виходячи з даних про конкретний кінозалі. Всього система підтримує одночасний рендеринг до 128-ми об'єктів (потік близько 150 мегабіт) використовуючи до 64-х фізичних виходів.



Рисунок 3.12- Кінопроцесор Dolby CP850 (зверху) і сервер Dolby DSS200

Для кожного кінозалу створюється свій проект, у відповідності зі специфікаціями, де визначається кількість і розташування динаміків, необхідні для коректного відтворення формату. Кожен такий проект затверджується уповноваженим консультантом Dolby.

Під час налаштування процесора вносяться дані про розміри залу, про кількість і координатах розміщення колонок, всі характеристики колонок та асоційованих з ними підсилювачів і т.п. Кожен динамік в залі має індивідуальний канал посилення. Зал описується для процесора так, щоб виключити можливість помилок. Потім йде процес автоматичної еквалізації з використанням утиліти Dolby Atmos Designer: за допомогою свип-тесту для настройки, що знімається 11-ю мікрофонами, система в автоматичному режимі відбирає коригувальну огибаючу для кожного динаміка і для кожної групи динаміків для відтворення звичайних форматів. Весь процес відбувається під контролем інженерів Dolby, які при необхідності можуть внести корективи вручну.

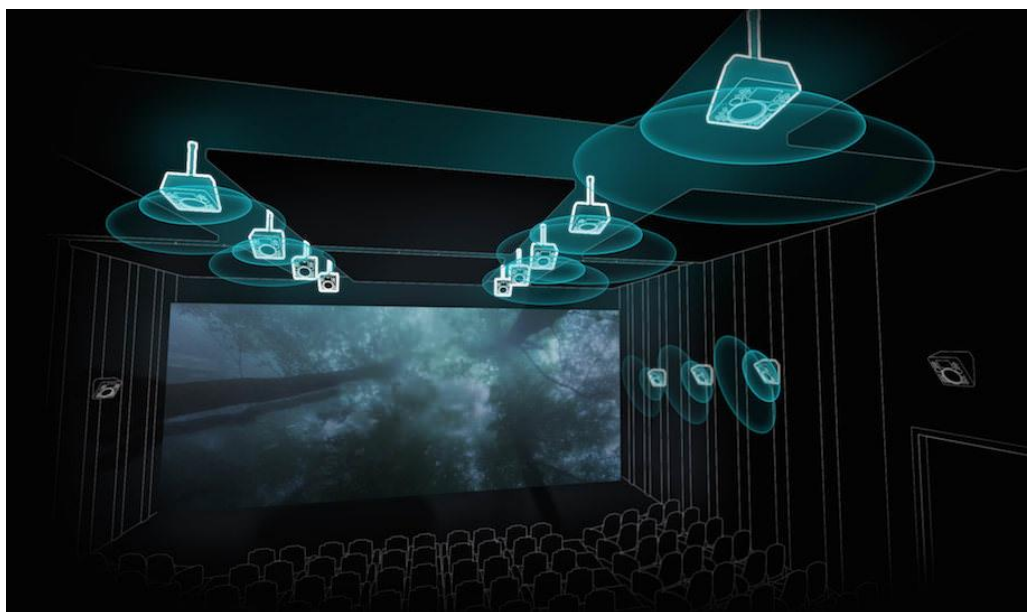


Рисунок 3.13- Розміщення колонок для системи Dolby Atmos



Рисунок 3.14- Розміщення колонок для системи Dolby Atmos

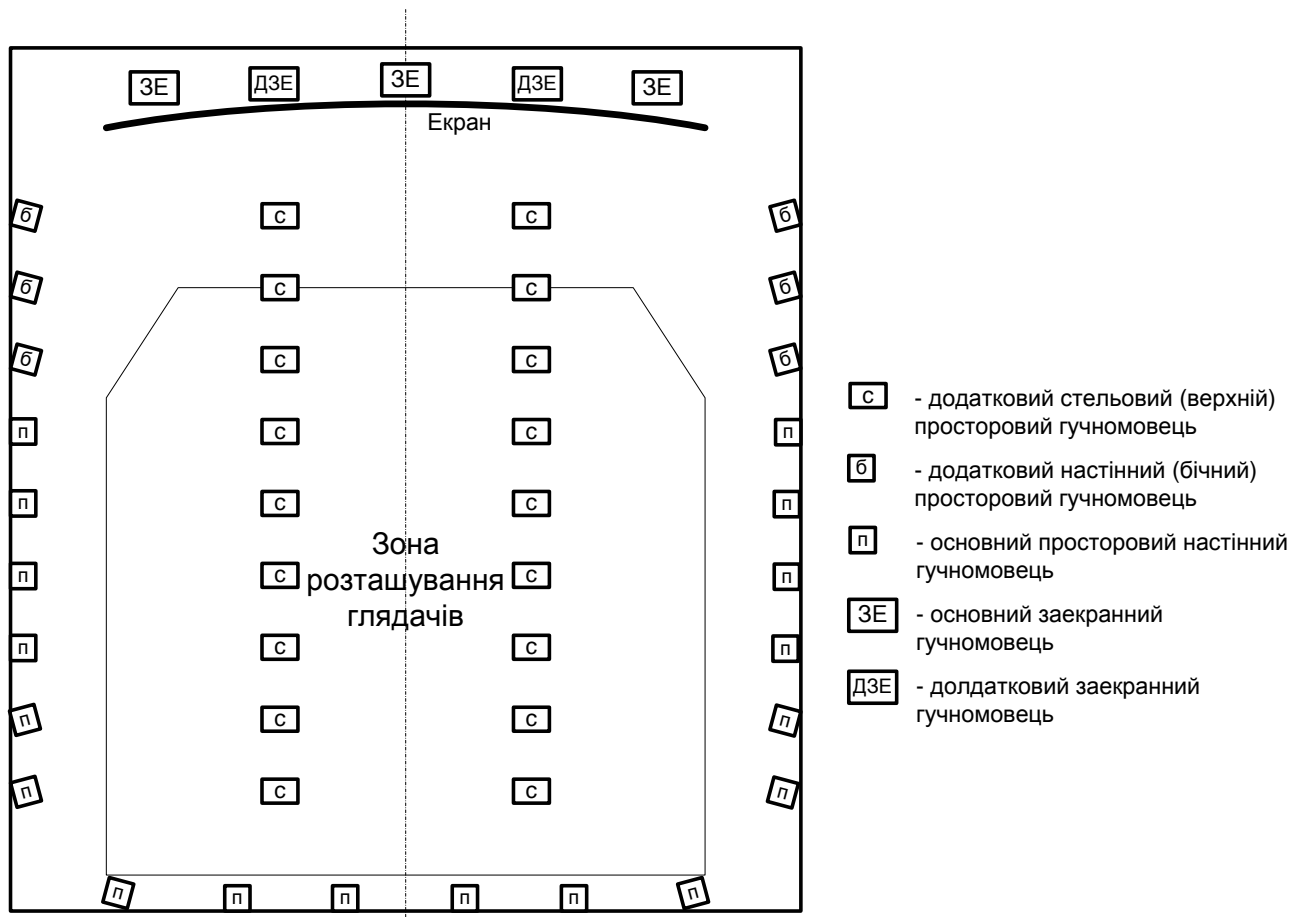


Рисунок 3.15 - Схема розміщення гучномовців у кінотеатрі за системою Dolby Atmos

У 2014 році Dolby Labs заявила про адаптацію формату Dolby Atmos® до систем домашнього кінотеатру. Відтворення звуку нового покоління Dolby Atmos® в домашніх кінотеатрах за фактом базується на типових схемах об'ємного звуку 5.1, 7.1 і 9.1, посилені певною кількістю стельових колонок. Для декодування, поділу та підсилення звукових каналів в системі Dolby Atmos задіяний багатоканальний підсилювач з програмним забезпеченням, що поставляється виробником або Dolby Laboratories, Inc.

На поточний момент Dolby Laboratories, Inc пропонує відтворення навколишнього звуку нового покоління Dolby Atmos® не тільки в кінозалах і домашніх кінотеатрах, а й через навушники смартфонів і інтернет планшетів, поки з операційною системою Google Android. [9]

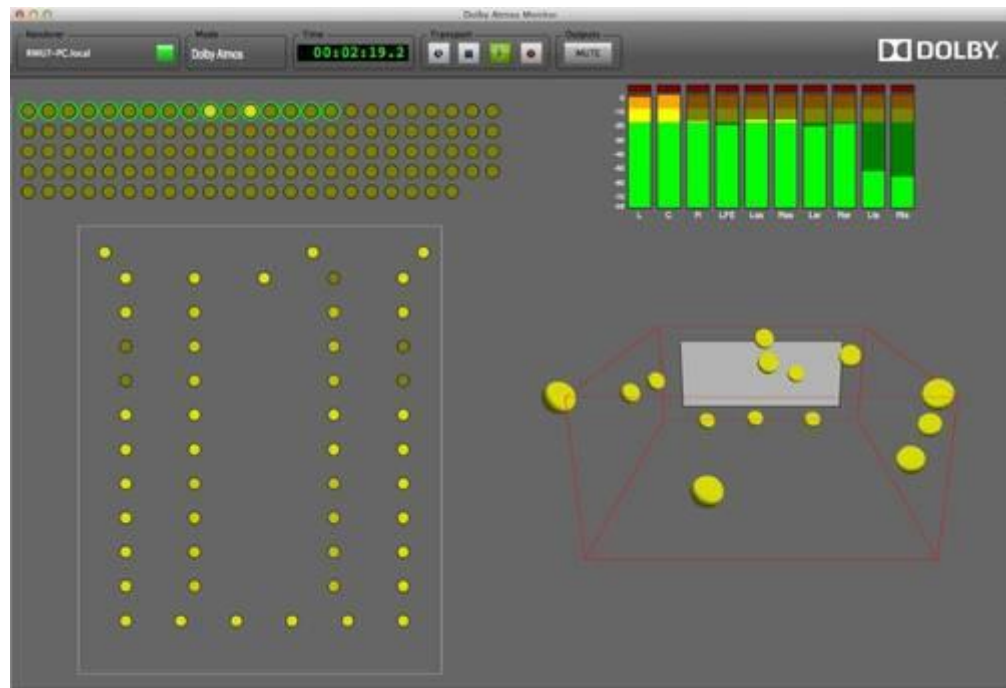


Рисунок 3.16- Програмне забезпечення Dolby для програмування звукових об'єктів Dolby Atmos

3.4 Кодек для запису та відтворення звуку у форматі Dolby Atmos AC-4

Усвідомлюючи потреби ринку в різних сферах - від створення до дистрибуції контенту - компанія Dolby Laboratories розробила нову систему доставки аудіо - Dolby AC-4, яка повинна об'єднати в собі можливості сучасної високоефективної компресії звуку, гнучкого транспортного синтаксису, а також потужні системні функції, необхідні для оптимізації процесу доставки і відтворення аудіо на широкій лінійці пристроїв.

Dolby AC-4 - це технологія стиснення звуку, розроблена Dolby Laboratories. Декодування Dolby AC-4 потрібно для декодування об'ємного звуку 5.1 та Atmos. Потіки потоку Dolby AC-4 можуть містити аудіоканали і / або аудіо об'єкти. Dolby AC-4 був прийнятий проектом DVB і стандартизований ETSI.

Система Dolby AC-4 підтримує звичне каналне аудіо з низькою швидкістю передачі даних, яке відповідає потребам мовних і потокових платформ нового покоління, в поєднанні з великою кількістю поліпшень існуючих рішень на системному рівні. Зокрема, ці вдосконалення дозволяють

поліпшити доступність рішень в порівнянні з існуючими мовними системами. Крім того, система Dolby AC-4 повністю підтримує об'єктне аудіо, створюючи суттєві можливості для поліпшення якості сприйняття звуку, включаючи можливість занурення в звук і розширену персоналізацію системи відповідно до бажань користувача.

Фактично компанія Dolby описує AC-4 як «новий аудіо стандарт» і «елегантну архітектуру», розроблену з урахуванням досвіду компанії, отриманого при створенні Dolby Atmos - першої в світі комерційної системи об'єктного аудіо.

Бітовий потік AC-4 здатний нести в собі каналне аудіо, аудіо-об'єкти або комбінацію цих опцій. Декодер Dolby AC-4 об'єднує в собі ці аудіо-елементи, використовуючи їх відповідно до виникає необхідності. Наприклад, необхідність передавати аудіо в стереофонічною пульс-кодової модуляції (PCM) на колонки або навушники або в режимі стерео / 5.1 PCM через HDMI.

Коли декодер пересилає звук на пристрій з вдосконаленим Dolby-блоком обробки - наприклад, сет-топ-бокс, підключений до ресивера Dolby Atmos A / V в системі кінотеатру - декодувати звукові об'єкти можуть пересилатися на AVR, який виконує складний інтелектуальний рендеринг, оптимізований під існуючу конфігурацію.

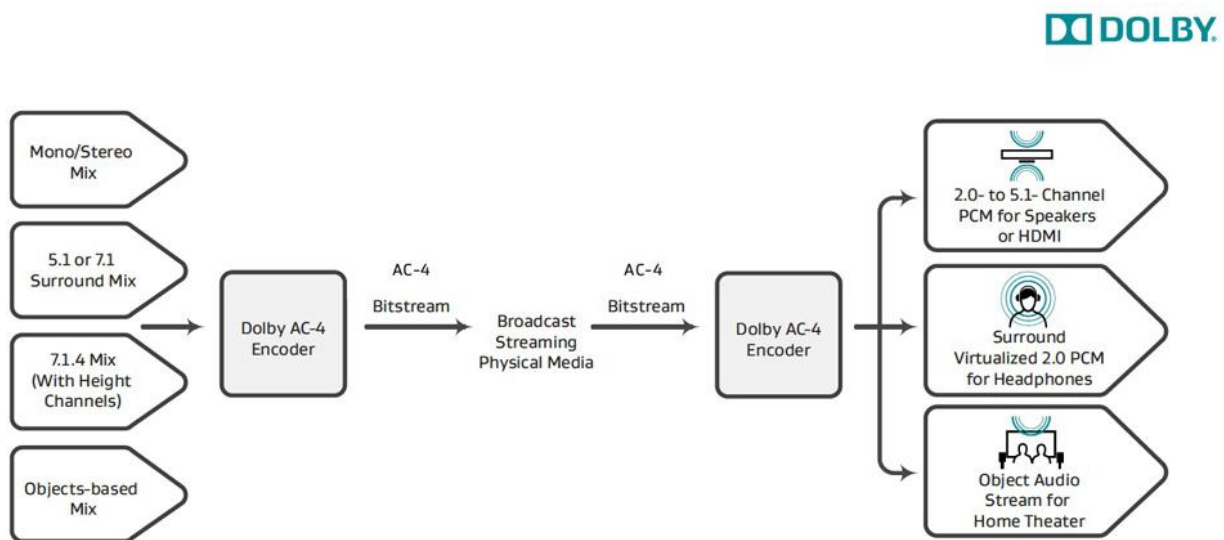


Рисунок 3.1 - Схема кодування сигналу

Архітектура декодера Dolby AC-4 дозволяє ефективно здійснювати потужну обробку аудіо в відтворює пристрої, зменшивши обчислювальні і потужності вимоги в порівнянні з окремими, незалежними стадіями обробки. Це особливо істотно в разі використання портативних пристроїв, що мають обмежені можливості для обробки і обмежений обсяг батарей. Це досягається завдяки використанню основних засобів кодування в домені банку дзеркального фільтра квадратури (QMF), що дозволяє інтегрувати потужну обробку аудіо в QMF-домені в декодері без обчислювальної вартості додаткових перетворень і з банку фільтра аудіо-обробки.

Декодер Dolby AC-4 включає в себе багатосмугову обробку в QMF-домені для адаптації динамічного діапазону і рівня вихідного сигналу до параметрів відтворюючого пристрою, що стає можливим завдяки опціональним метаданих, включеним в потік бітів провайдером послуг або творцем контенту. Це також дає можливість додати функцію оптимізації аудіо відповідно до типу пристрою - зокрема, просторове розширення та оптимізацію динаміків - безпосередньо в QMF-домені, без додаткових перетворень.

В результаті загальна складність декодера Dolby AC-4, включаючи вбудовану систему контролю гучності і динамічного діапазону (DRC), дорівнює рівню складності декодера Dolby Digital Plus попереднього покоління з обробкою прямого потоку обробки Dolby Volume. Аналогічно, загальна складність декодера Dolby AC-4 з вбудованою виртуалізацією доданих навушників подібна складності декодера Dolby Digital Plus попереднього покоління з виртуалізацією прямого потоку навушників Dolby Audio.

На стороні кодувальника система Dolby Audio поєднує в собі набір потужних технологій для контенту, які транслюється через мовні системи, потокові платформи, демонструється в кінотеатрах або програвється на диску. Ключові елементи Dolby AC-4 були стандартизовані Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів під кодом TS 103 190 і прийняті концерном DVB під кодом TS 101 154. Таким чином, вони готові для використання в документації і службах нового покоління.

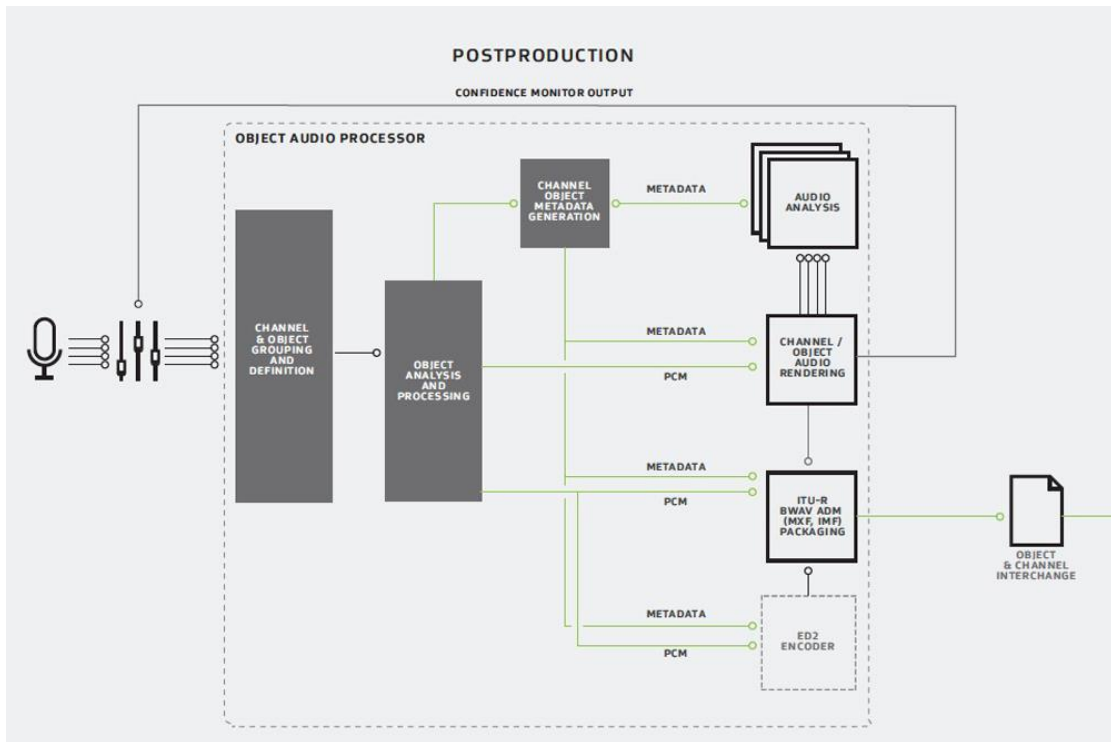


Рисунок 3.18 – Схема об'єктного кодування

Крім підтримки звичних багатоканальних і об'єктних аудіо-форматів, рішення по аудіо від Dolby поєднує в собі кодування як основного, так і об'ємного звуку, включаючи персоналізацію під аудиторію завдяки доставці індивідуальних елементів аудіо-програми з метаданими (мікрофони в натовпі, треки на додаткових мовах, дикторський мікрофони, музика, звукові ефекти) по всьому маршруту до відтворюючого пристрою, в якому дані елементи можуть мікшувати виходячи з переваг глядача.

На стороні виробництва і передачі система Dolby AC-4 також забезпечує чудову і ефективну компресію; відповідає вимогам ITU-R і шлюзовий контроль гучності мови, а також регуляторну інформацію з автоматичного управління гучністю на всьому ланцюгу доставки і відтворення; контроль багатоканального і многополосного динамічного діапазону, включаючи контроль прямого мікшування і гучності перетворення; розширений інтерактивний контроль і контроль метаданих з ідентифікацією / синхронізацією програм.

Висновки до розділу

Велика кількість просторових каналів може максимально близько

передати місце відтворення звуку у тій чи іншій точці кінозалу, тим самим глядач «занурюється» у те, що відбувається на екрані. Глядач може не тільки поглядом спостерігати як рухається машина з одного, наприклад з лівої частини кадру у праву, але й відчувати це за допомогою звуку, так як це планували звукорежисери.

Якщо порівнювати системи Dolby Atmos та Aura 3D, то Dolby Atmos є більш доступною, тому що звукові процесори набагато дешевші ніж процесори для Aura 3D у декілька разів. Список кінофільмів які підтримують формат Aura 3D набагато менший ніж список фільмів формату Dolby Atmos. Система Dolby Atmos було представлена набагато пізніше, у 2012 році, у той час як система Aura 3D була представлена у 2006, але Dolby Atmos у даний час є набагато популярнішою.[10]

Для відтворення формату Dolby Atmos необхідно мати рендерер об'єктно-орієнтованого звуку і звукову систему, яка забезпечить потрібну покриття залу. Рендерер знаходиться в кінопроцесорі CP850. Отримуючи з DCP синхросигнал він знає, що в пакеті є звук в форматі Dolby Atmos, і, використовуючи звукові дані Atmos, «збирає» фонограму, виходячи з даних про конкретний кінозалі. Всього система підтримує одночасний рендеринг до 128-ми об'єктів (потік близько 150 мегабіт) використовуючи до 64-х фізичних виходів.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТА РАБОТИ БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗВУКОВІДТВОРЕННЯ В УКРАЇНІ

4.1 Дослідження суб'єктивних відчуттів людини під час перегляду фільму.

Оскільки сприйняття звуку індивідуальне для кожної людини і це суб'єктивні відчуття людини для кращого розуміння відчуттів людей під час перегляду фільму було проведено опитування за допомогою онлайн форми Google

The image shows a Google Forms survey interface. At the top, there are tabs for 'ВОПРОСЫ' (Questions) and 'ОТВЕТЫ' (Answers). The title of the form is 'Оцінка звуку під час перегляду фільму'. Below the title, there is a subtitle: 'Опитування для мистецької дисертації на тему "Дослідження впливу багатоканального просторового звуку на сприйняття глядачем аудіовізуального контенту"'. The first question is 'Чи звертаєте ви увагу на звукові ефекти під час перегляду фільму?' with three options: 'Так' (Yes), 'Ні' (No), and 'Другое...' (Other...). The second question is 'Звертаєте ви увагу на логотип фірми Dolby біля входу до зали кінотеатру чи біля каси?' with three options: 'Так' (Yes), 'Ні' (No), and 'Другое...' (Other...). The third question is 'Можете ви локалізувати (приблизно почути з якого боку йде звук або звуковий ефект під час перегляду фільму)' with one visible option: 'Так' (Yes).

Рисунок 4.1 – Онлайн форма опитування

Зокрема було задано такі питання : Чи звертаєте ви увагу на звукові ефекти під час перегляду фільму?; Звертаєте ви увагу на логотип фірми Dolby біля входу до зали кінотеатру чи біля каси ?; Можете ви локалізувати

(приблизно почути з якого боку йде звук або звуковий ефект під час перегляду фільму); Чи є важливим для вас ефект "присутності" під час перегляду фільму? Як часто ви відвідуєте кінотеатр ? Скільки коштів ви можете витратити на квиток ?.

В першу чергу необхідно зрозуміти чи є важливим для людей більш локалізоване звуковідтворення під час перегляду та чи відчують вони ефект присутності або не статичного звуковідтворення.

Було опитано біля 30 людей,зокрема, 22 людини не звертають увагу на просторові ефекти,або ж не відчують просторових звуків під час перегляду. Більша частина,23 людини, відповіли,що можуть локалізувати з якої точки йде звук. Також 26 людей звернуло увагу на те,що їм важливий ефект присутності під час перегляду кінофільму,що говорить про те, що звук все ж таки є важливою характеристикою відтворення у кінотеатрі.

В кінці опитування було задано питання на що звертають увагу люди під час перегляду фільму у кінотеатрі. Багато людей звернуло увагу на гучність звуку під час перегляду та якість відтворення звуку (відсутність шумів та «різнобарвність» звуку, відтворення високих на низьких частот). Також були відповіді про розміри екрану,багато людей звернуло увагу та не,що на малому екрані не завжди комфортно сприймати інформацію.

Для більш точного дослідження питання багатоканального звуку та його впливу на сприйняття аудіовізуального контенту було проведено оцінку звуковідтворення фільму групою людей з 5 чоловік. Для цього було обрано два кінотеатри з різними системами звуковідтворення,а саме Dolby Digital Surround у кінотеатрі «Флоренція» та кінотеатр «Оскар» з системою Dolby Atmos.

Першим було оцінено відтворення фільму у кінотеатрі «Флоренція» у залі середнього розміру на 160 чоловік. Всі люди звернули увагу на те, що більш уважне сприйняття звуку покращую враження від фільму, але жодна людина не змогла чітко локалізувати звідки йшов звук,лише основні фронтальні канали. Але під час явних звукових ефектів було помічено значне посилення звукового фону у залі. Це пояснюється тим,що під час ефектів

просторові колонки додають звуковий фон. Деякі з глядачів приблизно могли локалізувати просторові колонки у залі під час ефектів.

Потім було оцінено відтворення того ж фільму у кінотеатрі «Оскар» у залі більшому розмірі на 180 чоловік. Великої різниці глядачі не відчували, хоча зауважили, що звуковий фон кращий та просторові звуку більш виражені ніж у кінотеатрі «Флоренція».

Після проведення усіх опитувань було поставлено завдання дослідити чому різниця між відтворенням звуку у різних за класом кінотеатрах не є суттєво відмінним. Для цього слід розібрати такі моменти як монтаж звуку у форматі Dolby Atmos.

Оскільки під час оцінювання якості звуковідтворення у кінотеатрі не було отримано очікуваних результатів було поставлено завдання дослідити причину того, чому систему такого більш сучасного рівня не відрізняються від систем старшого покоління.

В першу чергу треба визначити як формується контент для кінотеатру. Кінотеатри оснащені системами Dolby Digital Surround відтворюють фільму формату AC-3 та інші формати які підтримуються формат відтворення 5.1 або 7.1. Звукові канали діляться на фронтальний лівий, фронтальний правий, тим самим формують стереоефект у кінотеатрі, але враховуючи, що направленість звукових колонок спрямована в одну зону, центральну, то стереоефект не завжди помітний, не відбувається чітка локалізація джерела звуку. Потім виділяються три канали для просторового звуку. У випадку першого залу це по три колонки для кожного просторового каналу. Приблизна відстань між колонками одного каналу 2-2.5 метри, це утворює певний звуковий фон, у якому теж не можливо чітко локалізувати джерело звуку, але людина приблизно відчуває, що звук йде з ліва, з права або з тильної сторони.

В свою чергу системи Dolby Atmos підтримують відтворення формату AC-3, але під час відтворення звук лише розподіляються на масиви гучномовці що не дає змогу більш точно локалізувати звук. Якщо формат відтворення 5.1, то система автоматично ділить усі гучномовці на групи, окрім гучномовців

фронтального(основного) звуку. Отже усі просторові канали автоматично діляться на три групи просторовий колонок, зліва, з права та з тильної сторони. Верхні просторові колонки взагалі не відтворюють звук. Це негативно впливає на локалізацію звуку, оскільки колонок більше, вони в свою чергу створюють великий звуковий фон.

Тому для даної системи було розроблено новий кодек AC-4. Особливостями цього кодеку є те, що він може містити у собі інформацію окремих каналів, звукових об'єктів та змішаний тип інформації, а саме канали та звукові об'єкти

Під час дослідження технології Dolby Atmos було виявлено, що система може містити у собі до 10 колонок які відтворюють 10 незалежних каналів та 118 просторового звуку які відтворюють звукові об'єкти. Тому доцільніше відтворювати звук з кодеком AC-4.

Постає задача запису фільму з об'єкто орієнтовним звуком. Звукорежисер фільму повинен створити запис який містить і звукові доріжки і звукові об'єкти. Але це не є проблемою, оскільки дана технологія запису вже активно використовують знімальними студіями. Від двох до п'яти фільмів в місяць виходять у прокат з підтримкою формату Dolby Atmos. Виникає проблема перекладу фільму, оскільки фахівців із запису даного формату не вистачає і тому частіше за все в прокат на український ринок виходить продукція з зовсім іншим звуковим супроводом. Об'єкти розподіляють за звукові канали, що робить звучання системи Dolby Atmos аналогічну системі Dolby Surround.

У жовтні 2018 року в Києві почала функціонувати нова студія звукозапису з можливістю запису та перезапису звукових доріжок у форматі Dolby Atmos.



Рисунок 4.2- Перша студія запису звуку з підтримкою Dolby Atmos



Рисунок 4.3 – Звукове обладнання студії

Відкриття студії в Україні підтверджують розвиток технології Dolby Atmos. Через деякий час буде стояти питання переоснащення кінозалів під нові

технології. У ході дослідження було розроблено проект переоснащення кінозалу під нову технологію.

4.2 Удосконалення систем звуковідтворення в кінотеатрах з застосуванням технології Dolby Atmos

За словами фахівців Dolby, повне переоснащення залів не потрібно - Atmos можна надбудувати до вже існуючої системи, купивши невелика кількість обладнання. Першим апгрейдом повинні стати стельові колонки, розташовані в паралелі з задніми динаміками і додаткові сабвуфери. Кількість динаміків можна збільшувати поступово - система сама буде визначати додаткові елементи.

Для відтворення формату необхідно мати рендерер об'єктно-орієнтованого звуку і звукову систему, яка забезпечить потрібне покриття залу. Рендер знаходиться в кінопроцесорі CP850. Отримуючи з DCP синхросигнал він знає, що в пакеті є звук в форматі Dolby Atmos, і, використовуючи звукові дані Atmos, «збирає» фонограму, виходячи з даних про конкретний кінозалі.

Звуковий процесор Dolby CP850



Рисунок 4.4 - Звуковий процесор Dolby CP850

Технічні характеристики:

Відтворення Dolby Atmos

Відтворення форматів Dolby Surround 7.1 і 5.1

Підтримка кодеків Dolby для альтернативного контенту

16 каналів аудiovходів DCI PCM

Dolby Atmos Connect (DAC) - високошвидкісний звуковий сигнал, який підтримує до 64 аудіоканалів

16 аналогових виходів і DAC вихід

Гнучкий вхід для різноманітних джерел контенту (16-канальний AES, S / PDIF, оптичний, стерео аналог, мікрофон для публічного оголошення)

Відтворення саундтрека Dolby Atmos найбільш точно відповідає оригінальному задумом творців фільму в кожному залі, незалежно від конфігурації динаміка або каналу

70 каналів складної багаторівневої обробки 1/12 октавного еквалайзера (замість стандартного третину-октавного еквалайзера) для поліпшення відтворення звуку

Багатофункціональний мережний інтерфейс, що спрощує щоденні операції з програмними макросами для правильного відтворення вихідного матеріалу і віддаленим контролем статусу пристрою і системної конфігурації

Інтеграція Dolby Show Manager і web API для простої інтеграції з TMS і NOC системами

Оскільки для відтворення Dolby Atmos необхідно набагато більше каналів, то слід докупити посилювач. Dolby розробили новий багатоканальний посилювач до 32 каналів.



Рисунок 4.5 – Багатоканальний посилювач Dolby

Багатоканальний підсилювач Dolby має високу надійність. У підсилювач вбудований спеціально розроблений блок живлення з функціями резервування, розподілу потужності, контролю роботи і діагностики несправностей.

Блок живлення дозволяє підсилювача працювати від мережі змінного струму з напругою від 120 до 240 Вольт і струмом до 20 Ампер без вигорання запобіжника. Багатоканальний підсилювач Dolby автоматично визначає максимальну і доступну потужність мережі, умови експлуатації та навколишнього середовища і регулює посилення в каналах, з огляду на поточні параметри мережі живлення, навантаження і / або можливі несправності.

Також важливим є оснащення залу стельовими колонками оскільки більша частина кінофільмів використовують у своєму творчому задумі звуки які необхідно відтворювати лише зверху. Колонки необхідно розташовувати паралельно до колонок на задній стінці залу.

Для кращої локалізації звуку необхідно зменшити час реверберації оскільки залишки звуку можуть заглушати звук який їде з просторових колонок. Необхідно використовувати звукові колонки з максимально прямим направленням, щоб звук було чути з саме того місця з якого його захотів відтворити звукорежисер.

5. СТАРТАП ПРОЕКТ

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов. Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Узагальнено етапи розроблення стартап-проекту можна подати таким чином:

1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту

В межах цього етапу:

- розробляється опис самої ідеї проекту та визначаються загальні напрями використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів;
- аналізуються ринкові можливості щодо його реалізації;
- на базі аналізу ринкового середовища розробляється стратегія

ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту.

2. Організація стартап-проекту

В межах цього етапу:

- складається календарний план-графік реалізації стартап-проекту;
- розраховується потреба в основних засобах та нематеріальних активах;
- визначається плановий обсяг виробництва потенційного товару, на основі чого формулюється потреба у матеріальних ресурсах та персоналі;
- розраховуються загальні початкові витрати на запуск проекту та планові загальногосподарські витрати, необхідні для реалізації проекту.

3. Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту

В межах цього етапу:

- визначається обсяг інвестиційних витрат;
- розраховуються основні фінансово-економічні показники проекту (обсяг виробництва продукції, собівартість виробництва, ціна реалізації, податкове навантаження та чистий прибуток) та визначаються показники інвестиційної привабливості проекту (запас фінансової міцності, рентабельність продажів та інвестицій, період окупності проекту);
- визначається рівень ризикованості проекту, визначаються основні ризики проекту та шляхи їх запобігання (реагування на ризики).

4. Заходи з комерціалізації проекту

Цей етап спрямовано на пошук інвесторів та просування інвестиційної пропозиції (оферти). Він передбачає:

- визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів;
- складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом;
- планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок та планування системи заходів з просування в межах обраних каналів;
- планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти.

Означені етапи, реалізовані послідовно та вчасно – створюють передумови для успішного ринкового старту. Проте фахівці зі створення та розвитку стартап-проектів окремо відзначають, що відсутність маркетингових знань та умінь, що уможлиблюють розробку ринково затребуваного проекту із вихідної ідеї, є основною причиною високого рівня банкрутств стартап-компаній, і ця проблема може бути вирішена за рахунок навчання винахідників. Відповідно, основним призначенням даних

Опис ідеї проекту

В межах підпункту було проаналізовано і подано у вигляді таблиць:

- зміст ідеї (що пропонується);
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);
- чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників;

Перші три пункти подані у вигляді таблиці (таблиця 5.1) і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигода для користувача
Фірма яка займається модернізацією та розробкою нових кінозалів з використанням вже існуючої апаратури	Модернізація старих комунальних кінотеатрів	Бюджетний варіант модернізації з використанням існуючого обладнання
	Розробка нових кінозалів з використанням новітніх технологій	Комплексний пакет послуг з розробки (під ключ) Сервісне обслуговування

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї (орієнтований можливий перелік властивостей та характеристик подано у додатку А);
- визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проведення збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проведення порівняльного аналізу показників: для власної ідеї визначені показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (таблиця 5.2).

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Таблиця 5.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів)		W (слабка сторон)	N (нейтраль на	S (сильна сторон
		Мій проект	Конкурент			
1	Комплексна робота	Має	Має	-	-	+
2	Вартість	Низька	Висока	-	-	+
3	Регіони роботи	Вся Україна	Київ, Дніпро.	-	+	-

Продовження таблиця 5.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

4	Послуги архітектора	Немає	Має	+	-	-
5	Розробка програмного забезпечення	Немає	Має	-	+	-
6	Підтримка	Має	Має	-		+

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційних послуг, що є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит способу, за допомогою якого можна реалізувати ідею проекту та наведено його у таблиці.

Таблиця 5.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Проектування систем Dolby Atmos	Проектування. Модернізація	Дані технології існують. В розробці/добробці їх немає необхідності.	Так, дані технології доступні.
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: є можливою				

За результатами аналізу видно, що можливості технологічної реалізації проекту, та методи реалізації є можливими.

Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Основні оператори ринку:

Основними операторами ринку є державні та приватні кінотеатри, які займаються прокатом сучасних кінофільмів.

Таблиця 5.4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO

За результатами аналізу таблиці можна зробити висновок що ринок привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Таблиця 5.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Потреба в інноваційних високоефективних проектах	Державні та приватні кінокомплекси	Необхідність проектування у відповідності до різних бюджетів	-якість, -швидкість, -доступність.

Таблиця 5.7 - Підсумкова таблиця факторів економічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Девальвація гривні.	Закупівля б\в техніки	Високий курс іноземних валют	Створити умови для незалежності національної валюти.
Подороження чи здешевіння конструкційних, робочих матеріалів	Нові проекти.	Збільшення вартості наших проектів	Створити нові проекти з мінімальним застосуванням дорогих матеріалів та їх заміна на дешевші.
Нестабільна економічна ситуація (кризи).	Докази важливості нашої діяльності.	Не зацікавленість багатьох клієнтів у співпраці та розвитку.	Діяльність на покращення економічної ситуації в Україні та світі.
Інфляція	Вигідна співпраця в іноземних валютах.	Високі ціни на товари та зниження купівельної спроможності в національній валюті	Падіння економіки, не зацікавленість багатьох підприємств у співпраці
Зростання цін на енерго ресурси	Створення нових проектів енергозбереження	Невистачання коштів на оплату енергозабезпечення діяльності підприємства	Збільшити рентабельність на енергоаудит та обрати курс на створення енергоефективних виробництв.

Таблиця 5.8 - Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Конкурентна спроможність підприємства та конкурентів.	Виграш в конкуренції	Програш в конкуренції	Постійний пошук способів підвищення конкуренції.

Продовження таблиця 5.8 - Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Насиченість ринку	Виграш в конкуренції	Програш в конкуренції	Пошук нових ринків та видів послуг
Кількість послуг, що надаються.	Виграш в конкуренції.	Програш в конкуренції	Пошук нових послуг, які ще не освоєні конкурентами.
Вартість послуг.	Виграш в конкуренції	Програш в конкуренції	Пошук способів зниження вартості надання послуг.
Якість послуг	Виграш в конкуренції	Програш в конкуренції	Пошук способів підвищення якості надання послуг
Імідж компанії	Більша зацікавленість споживачів	Програш в конкуренції	Працювати на покращення іміджу компанії Залучення засобів масової інформації

Потім треба зробити обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Таблиця 5.9 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Низька ціна	Оскільки основна ідея проекту займатися модернізацією кінозалів на основі вже існуючого обладнання це значно зменшує вартість.
2	Якість(швидкість та надійність)	Використання шаблонів та рекомендацій
3	Комплексний підхід	Комплексна модернізація «під ключ»

Таблиця 5.10 – формулювання управлінської проблеми SWOT- аналіз.

Сильні сторони	Слабкі сторони
- новизна проекту; -спроможність проекту збільшити	- низька дохідність проекту внаслідок низької зацікавленості споживачів;

конкурентоспроможність кінотеатру; - низька вартість впровадження проекту; - можливо збільшити кількість наданих послуг та працювати з приватними кінозалами.	- вартість нового обладнання; - відсутність чітких правил співпраці з постачальниками
Можливості	Загрози
Зростання населення Консервативність поглядів споживачів Зростання цін на енерго ресурси Науково технічне відставання науки та техніки від провідних країн світу	Закони України про приватну власність Військові дії та нестабільна політична ситуація в Україні Економічні криза Інфляція, Підвищення цін на сировину. Науково технічне відставання Демографічні: Зниження народжуваності та кількості населення. Соціо-культурні: Консервативність поглядів споживачів

Таблиця 5.11.- Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Загарбник	Значні	Пів року
2	Наступник	Суттєві	Пів року

Після аналізу обираємо альтернативу наступник.

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 5.12).

Таблиця 5.11 – вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу в сегмент
-------	--	---	--	--------------------------------------	--------------------------

			(сегменту)		
1	Державні кінотеатри	Висока	Високий	Мала	Висока
2	Приватні мережі кінотеатрів	Середня	Середній	Середня	Середня

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 5.12).

Таблиця 5.12 – визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Наступник	Концентрація на потребах одного цільового сегменту	Модернізація старих систем	Стратегія спеціалізації

Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 5.13 - Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування
Орієнтована на використання вузькоспеціальної комунікації	Інтернет, виставки, друкована продукція	На виставках буде розповсюджуватися друкована продукція. В мережі інтернет буде здійснюватися, адресна розсилка комерційних пропозицій за базою

		даних потенційних клієнтів, також буде розміщено рекламу на основних профільних сайтах .
--	--	--

Висновки

Відповідно до проведеного аналізу перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна так як на ринку мала кількість компаній яка надає такий спектр послуг. І має перспективи росту на ринку послуг який відновлюється.

ВИСНОВКИ

Серед завдань магістерської роботи було проаналізувати вплив технічних параметрів, які визначають якісні показники звуковідтворення в кінотеатрі, дослідити особливості сприйняття звуку людиною і дослідити характеристики та особливості реалізації багатоканальних систем звуковідтворення.

За результатами дослідження можна зробити такі висновки :

1. Серед основних технічних параметрів, які визначають якісні показники звуковідтворення і кінотеатрі є те, що зменшення часу реверберації позитивно позначається на точності локалізації джерела звуку, приблизно 50-60мс, залежно від розмірів залу. . Враховуючи вплив на якість передачі характеру спадання звукової енергії на початковому етапі, можна рекомендувати вибір загального часу реверберації досить великим для якісної передачі музики, але розміщувати поглинаючі матеріали таким чином, щоб виділялися б відбиття, що запізняються на $t=25$ мс.

2. Враховуючи фізіологічні властивості людини сприйняття звуку, а саме можливість чітко визначати місце розташування джерела звуку та адаптацію до зміни гучності, було зроблено висновок, що для поліпшення емоціонального сприйняття треба збільшувати кількість гучномовців середніх та високих частот, та при можливості розміщувати їх на стінах та стелі. А гучномовець наднизьких частот можна розміщувати за екраном.

3. Багато виробників систем звуковідтворення стрімко розвивають технологію багатоканального звуку. Кіностудії записують звук у багатоканальному та об'єктному форматі, тому постає питання модернізації старих кінотеатрів для підтримки нових технологій звуковідтворення.

4. Основними компонентами для модернізації систем попереднього покоління є заміна звукового процесора, на процесор з підтримкою кодеку з об'єктним представленням звуку. Заміною підсилювача з необхідною кількістю каналів, від 32 каналів і більше. Зменшення часу реверберацій на 20-30 мс, за допомогою заміни звукопоглинального матеріалу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Электроакустика и звуковое вещание: Учебное пособие для вузов / И.А. Алдошина, Э.И. Вологдин, А.П. Ефимов и др.; Под ред. Ковалгина Ю.А., - М.: Горячая линия - Телеком, Радио и связь, 2007. - 872 с.
2. Чудновский И.Я. Звуковоспроизведение в кинотеатре. – М.: Искусство, 1980. – 136 с.
3. Акустична техніка. Т.4. Основи архітектурної та фізіологічної акустики: Навч. Посібник / Дідковський В.С., Луньова С.А. – Київ, 2001, – 424 с.
4. Белкін Б. Г. Стереофонії в кіно. // Техніка кіно і телебачення. 1984. №1.
5. Воскресенская И.Н. Звуковое решение фильма.- М.: Искусство, 1978. — 123 с.
6. О.П. Гребінь. Конспект лекцій з дисципліни «Архітектурна акустика», розділ «Проектування акустичних умов кінотеатральних зал» / О.П. Гребінь, Н.Ф. Левенець. – К.: НТУУ «КПІ», ФЕЛ, 2016. – 104 с
7. Сапожков М. А. Звукофикация помещений: Проектирование и расчет. - М.: «Связь», 1979. – 144 с.
- 8.Тарасенко Л. Г., Чекалін Д. Г. Кіновидовище і кіноатракції. Довідник. М .: «Парадиз», 2003.
- 9.Карагосян М. Багатоканальний звук в кіно. // Install Pro. 2000. №3.
- 10.Алдошина И.А. Основы психоакустики // Звукорежиссер. – 1999...2003. №6.
- 11.Алдошина И. А. Пространственные системы синтеза волнового поля. // Шоу-Мастер. 2005. №4.
12. Пондопуло Г.К.,Ростоцкая М.А.Новые искусства и современная культура. Фотография и кино. — М., 1997-184с.
13. Офіційний сайт Dolby URL: [http:// www.dolby.com/blog](http://www.dolby.com/blog) (дата звернення 13.09.2018)